



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
ЗЕМЉИШТЕ И ИСХРАНА БИЉАКА

Процена резерви органске материје у земљиштима Србије

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор: Проф. др Маја Манојловић

Кандидат: Мр Драгана Д. Видојевић

Нови Сад, 2016. године

Мојим дивним ћеркама

"Вјера је пак тврдо чекање онога чему се надамо
и доказивање онога што не видимо."
Јеврејима посланица 11:1

Овом приликом и на овај начин најискреније желим да се захвалим мом ментору проф. др Маји Манојловић, редовном професору Пољопривредног факултета Универзитета у Новом Саду, на драгоценом, професионалном усмеравању и помоћи коју ми је пружила у различитим фазама истраживања и изради докторске дисертације. Велику захвалност за корисне идеје и савете у различитим фазама рада дугујем свим члановима комисије: проф. др Љиљани Нешић, проф. др Александру Борђевићу, проф. др Бранислави Лалић и проф. др Радовану Савићу. Посебно се захваљујем проф. др Ненаду Живковићу са Географског Факултета Универзитета у Београду на помоћи коју ми је пружио у делу истраживања.

Захвалност дугујем Агенцији за заштиту животне средине која ми је пружила подршку у мом истраживачком раду и мојим драгим колегама Бранислави Димић и Милораду Јовичићу.

Велику захвалност за бескрајно разумевање, стрпљење и подршку упућујем својој породици. Својој мајци Нади велико ХВАЛА за несебичну помоћ, подршку и љубав коју ми је пружала свих ових година.

Ово истраживање је делом подржано Норвешким програмом у области високог образовања, истраживања и развоја за Западни Балкан (HERD) преко Пројекта "Agricultural Adaptation to Climate Change – Networking, Education, Research and Extension in the West Balkans".

This research was partly financed by the Norwegian Programme in Higher Education, Research and Development in the Western Balkans (HERD) within the project "Agricultural Adaptation to Climate Change – Networking, Education, Research and Extension in the West Balkans".

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број: РБР	
Идентификациони број: ИБР	
Тип документације: ТД	Монографска документација
Тип записа: ТЗ	Текстуални штампани материјал
Врста рада (дипл., маг., докт.): ВР	Докторска дисертација
Име и презиме аутора: АУ	Мр Драгана Видојевић, дипл. биолог
Ментор (титула, име, презиме, звање): МН	Др Маја Манојловић, редовни професор
Наслов рада: НР	Процена резерви органске материје у земљиштима Србије
Језик публикације: ЈП	Српски
Језик извода: ЈИ	срп. / енг.
Земља публиковања: ЗП	Република Србија
Уже географско подручје: УГП	АП Војводина
Година: ГО	2016. година
Издавач: ИЗ	ауторски репринт
Место и адреса: МА	Пољопривредни факултет, Трг Доситеја Обрадовића 8, 21000 Нови Сад
Физички опис рада: ФО	број поглавља 10/страница 216/слика 128/табела 39/прилога 2/референци 260
Научна област: НО	Биотехничке науке; Педологија и агрохемија
Научна дисциплина: НД	Педологија, Агрономија
Предметна одредница, кључне речи: ПО	Органска материја земљишта, органски угљеник земљишта, тип земљишта, клима, начин коришћења земљишта
УДК	658.2: 553.044(043.3)

Чува се: ЧУ	Пољопривредни факултет, Трг Доситеја Обрадовића 8, 21000 Нови Сад
Важна напомена: ВН	нема
<p>Извод: ИЗ</p> <p>Ово истраживање има за циљ да процени резерве органског угљеника у земљишту и представи његову просторну дистрибуцију у земљиштима Републике Србије, као и да утврди зависност садржаја органског угљеника у земљишту од типа земљишта, температуре, падавина, надморске висине, начина коришћења земљишта и морфогенетских карактеристика рељефа. Резерве органског угљеника у земљишту процењене су за слој 0-30 cm и 0-100 cm дубине на основу резултата из базе података уз коришћење педолошке карте и карте коришћења земљишта. За потребе утврђивања зависности садржаја органског угљеника и типа земљишта педолошка карта Србије је прилагођена WRB класификацији и садржи 15.437 полигона. Примењена методологија за процену резерве органског угљеника за дату дубину је базирана на сумирању резерве органског угљеника по слојевима земљишта која се добија на основу запреминске масе, вредности садржаја органског угљеника и дебљине слоја. Прорачун је урађен за сваки профил посебно, затим је урађена калкулација за сваку референтну групу земљишта на основу резултата средњих вредности садржаја органског угљеника до 30 cm и 100 cm дубине за главне референтне групе и њихових површина. На основу површина референтних група земљишта, површине Републике Србије и вредности садржаја за сваку референтну групу, добијене су укупне резерве органског угљеника до 30 cm дубине које износе 0,71 Pg. Резултати анализе резерве органског угљеника до 100 cm дубине показују вредност 1,16 Pg.</p> <p>На основу Corine Land Cover (CLC) базе података за 2006. годину издвојене су површине главних категорија начина коришћења земљишта. На основу резултата средњих вредности садржаја органског угљеника до 30 и 100 cm дубине и површине коју заузима Corine Land Cover категорија начина коришћења земљишта израчуната је укупна вредност резерве органског угљеника за пољопривредна земљишта, шуме и полуприродна подручја и вештачке површине. Резултати показују да су резерве органског угљеника у оквиру категорије пољопривредних површина $303,22 \times 10^{12} \text{g}$ (Tg) до 30 cm дубине и $600,25 \times 10^{12} \text{g}$ (Tg) до 100 cm дубине. Категорије шуме и полуприродна подручја имају резерве органског угљеника $345,26 \times 10^{12} \text{g}$ (Tg) угљеника до 30 cm и $457,55 \times 10^{12} \text{g}$ (Tg) до 100 cm дубине. Резултати показују вредности резерве органског угљеника у категорији вештачке површине која углавном обухватају локалитете у оквиру зелених урбаних подручја и рекреационих површина $19,21 \times 10^{12} \text{g}$ (Tg) до 30 cm и $41,50 \times 10^{12} \text{g}$ (Tg) до 100 cm дубине.</p> <p>Анализа садржаја резерве органског угљеника према начину коришћења земљишта показује да су вредности садржаја органског угљеника веће у шумама и полуприродним подручјима у односу на пољопривредне површине и то за 40,71 % до 30 cm, односно за 11,43 % до 100 cm дубине. Прорачун губитка резерве органског угљеника у земљишту на подручјима где је извршена пренамена пољопривредних површина, шума и полуприродних подручја у урбано земљиште, без категорије зелена урбана подручја, у периоду 1990-2006. године показује укупну вредности од 0,92 Mt C, односно 1,49 Mt C за дубине до 30 cm, односно до 100 cm.</p> <p>Утврђивање статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту</p>	

<p>од основних климатских елемената температуре и падавина и надморске висине показује да постоји средње јака до јака статистичка зависност у оквиру испитивања реализованих до 30 и 100 cm дубине.</p> <p>Прорачун садржаја резерве органског угљеника у земљишту у зависности од морфометријских карактеристика рељефа показује да резерва садржаја органског угљеника у земљишту расте са порастом надморске висине. Највеће средње вредности садржаја измерене су на терену који обухвата планине са надморским висинама од 1.000-2.000 m и који обухвата 11,5 % територије Републике Србије.</p>	
Датум прихватања теме од стране НН већа: ДП	
Датум одбране: ДО	
Чланови комисије: (име и презиме / титула / звање / назив организације / статус) КО	<p>Др Маја Манојловић, редовни професор, ужа научна област Педологија и агрохемија, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, ментор</p> <p>Др Љиљана Нешић, ванредни професор, ужа научна област Педологија и агрохемија, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, члан</p> <p>Др Александар Ђорђевић, редовни професор, ужа научна област Педологија, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, члан</p> <p>Др Бранислава Лалић, ванредни професор, ужа научна област Метеорологија и биофизика, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, члан</p> <p>Др Радован Савић, редовни професор, ужа научна област Уређење, заштита и коришћење вода, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, члан</p>

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF AGRICULTURE

KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	PhD thesis
Author: AU	Mr Dragana Vidojević, Msc.
Mentor: MN	Dr Maja Manojlović, full professor
Title: TI	Estimation of soil organic matter in the soils of Serbia
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	eng. / srp.
Country of publication: CP	Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina
Publication year: PY	2016
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad
Physical description: PD	Chapter number 10/pages 216/pictures 128/tables 39/figures/references 260
Scientific field SF	Biotechnology; Soil science and agrochemistry
Scientific discipline SD	Soil science, Agronomy
Subject, Key words SKW	Soil organic matter, soil organic carbon, soil type, climate, land use
UC	658.2: 553.044(043.3)
Holding data: HD	Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad

Note: N	No
<p>Abstract: AB</p> <p>The aim of this study was to quantify current SOC stocks and present the spatial distribution of organic carbon (SOC) in the soils of Republic of Serbia. The relation of SOC content to soil type, temperature, precipitation, altitude, land use and topography was investigated. Organic carbon stocks were estimated for soil layers 0-30 cm and 0-100 cm based on the results from a database and using soil and land use maps.</p> <p>To establish the relationship between organic carbon content and soil type, a soil map of Serbia was adapted to the WRB classification and divided into 15,437 polygons (map units). The methodology for SOC stocks estimation was based on bulk density, organic carbon content and thickness of the analyzed soil layers. We calculated the values for each reference soil group based on mean values of SOC at 0-30 and 0-100 cm in the main reference groups and their areas. Based on the size of the reference groups, total area of Republic of Serbia, and the SOC values for each reference group, we calculated the total SOC stocks. The obtained values for the soil layers 0-30 cm and 0-100 cm amounted to 0,71 Pg and 1,16 Pg respectively.</p> <p>Using Corine Land Cover (CLC) database for 2006, we defined areas of the major categories of land use. Based on the obtained mean values of organic carbon content at 0-30 and 0-100 cm and the areas indicated by Corine Land Cover categories of land use, we calculated the organic carbon stocks in agricultural land, forest land, semi-natural areas, and artificial areas. The results showed that the organic carbon stocks in the category of agricultural land were 303.22×10^{12} g (Tg) and 600.25×10^{12} g (Tg) at 0-30 cm and 0-100 cm, respectively. In the category of forests and semi-natural areas, the organic carbon stocks were 345.26×10^{12} g (Tg) and 457.55×10^{12} g (Tg) at 0-30 cm and 0-100 cm, respectively. In the category of artificial areas, which mainly included sites within urban green areas and recreational areas, the organic carbon stocks were 19.21×10^{12} g (Tg) and 41.50×10^{12} g (Tg) at 0-30 cm and 0-100 cm, respectively. The map of organic carbon distribution depending on land use method indicated that organic carbon stocks were higher in forests and semi-natural areas than in agricultural land, up to 40.71% and 11.43% at 0-30 cm and 0-100 cm, respectively.</p> <p>SOC loss amount to 0,92 Mt C at 0-30 cm layer and 1,49 Mt C at 0-100 cm layer in the period 1990-2006 as a results of conversion from agricultural land, forestland and semi-natural areas to artificial areas.</p> <p>For soil layers 0-30 and 0-100 cm, a medium to strong statistical relationship between temperature, precipitation and altitude and amount of organic carbon in soil is indicated. The soil organic carbon density was significantly affected by altitude. SOC content increased with increasing altitude.</p> <p>The highest mean values of organic carbon content were found in the mountainous areas within the elevation of 1000-2000 m, which covers 11,5 % of the territory of the Republic of Serbia.</p>	
Accepted on Scientific Board on: AS	
Defended: DE	

Thesis Defend Board: DB	<p>Maja Manojlović, PhD, Full professor, Scientific field –Pedology and Agrochemistry, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, mentor</p> <p>Ljiljana Nešić, PhD, Associate professor, Scientific field – Pedology and Agrochemistry, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, member</p> <p>Aleksandar Đorđević, PhD, Full professor, Scientific field – Pedology, University of Belgrade, Faculty of Agriculture, member</p> <p>Branislava Lalić, PhD, Associate professor, Scientific field – Meteorology and Biophysics, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, member</p> <p>Radovan Savić, PhD, Full professor, Scientific field – Water Resources Management, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, member</p>

Библиографија из докторске дисертације:

1. **Vidojević, D., Manojlović, M., Đorđević, A., Nešić, Lj. and Dimić, B. 2015.** Organic carbon stocks in the soils of Serbia. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, November 2015, Vol. 10, No 4, p. 75 - 83. **M23**
2. **Belanović, S., Perović, V., Vidojević, D., Kostadinov, S., Knežević, M., Kadović, R. and Košanin, O. 2013.** Assessment of soil erosion intensity in Kolubara district, Serbia. Fresenius Environmental Bulletin, Volume 22, No 5a: 1556 – 1563. **M23**
3. **Видојевић, Д.** едт. **2009.** Извештај о стању земљишта у Републици Србији. Министарство животне средине, рударства и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине, ISBN 978-86-87159-02-0. **M42**
4. **Видојевић, Д., Баћановић, Н., Димић, Д.** **2015.** Извештај о стању земљишта за 2013. годину. Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Агенција за заштиту животне средине, ISSN 2334-9913. **M42**
5. **Видојевић, Д., Димић, Б., Баћановић, Н.** **2013.** Праћење стања земљишта - законски основ, циљеви и индикатори. Министарство енергетике, развоја и заштите животне средине, Агенција за заштиту животне средине. ISBN 978-86-87159-10-5 **M42**
6. **Видојевић, Д., Манојловић, М.** **2010.** Процена садржаја органске материје у земљиштима Србије. Зборник научних радова Института ПКБ Агроекономик, XXIV Саветовање агронома, ветеринара и технолога, Београд, Vol. 16, бр. 1-2: 231-244. **M63**
7. **Видојевић, Д., Манојловић, М., Ђорђевић, А., Димић, Б.** **2014.** Процена резерве органског угљеника у пољопривредном земљишту Републике Србије. Зборник научних радова Института ПКБ Агроекономик, XXVIII Саветовање агронома, ветеринара, технолога и агроекономиста, Београд, Vol. 20, бр. 1-4: 231-244. **M63**
8. **Vidojević, D., Manojlović, M., Đorđević, A., Nešić, Lj.** **2012.** Assessment of Soil Organic Carbon Stocks in Serbia Soil science for the benefit of mankind and environment. 4th International Congress of the European confederation of soil science societies (ECSSS). 2-6 July 2012, Bari – Italy: 1808. **M 34**
9. **Manojlović, M., Vidojević, D., Sitaula, B.** **2010.** Soil and climate change: case of Serbia, IV International Symposium of Ecologists of Montenegro - The Book of Abstracts and Programme, Budva, 06-10.10.2010. p. 133 **M34**

САДРЖАЈ

1. УВОД	14
2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	16
3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	17
3.1 ЗНАЧАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ/УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ	17
3.2 ИЗВОРИ И ОБЛИЦИ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ	18
3.2.1 Облици органског угљеника.....	18
3.2.2 Извори органске материје у пољопривредним подручјима	19
3.3 УТИЦАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ НА СВОЈСТВА ЗЕМЉИШТА	19
3.4 ФАКТОРИ КОЈИ УТИЧУ НА САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ У ЗЕМЉИШТУ	22
3.5 ЗАВИСНОСТ САДРЖАЈА ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ У ЗЕМЉИШТУ ОД КЛИМЕ И НАДМОРСКЕ ВИСИНЕ	24
3.5.1 Зависност садржаја органске материје у земљишту од климе	24
3.5.2 Зависност садржаја органске материје у земљишту од надморске висине	26
3.6 УТИЦАЈ МЕХАНИЧКОГ САСТАВА НА САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ У ЗЕМЉИШТУ	26
3.7 УТИЦАЈ ЕРОЗИЈЕ И ВЕГЕТАЦИЈЕ НА САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ У ЗЕМЉИШТУ	27
3.8 УТИЦАЈ ОБРАДЕ ЗЕМЉИШТА НА САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ	29
3.9 УТИЦАЈ НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА НА САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ	30
3.9.1 Органска материја у пољопривредном земљишту.....	31
3.9.2 Органска материја у шумском земљишту	33
3.10 ПРОЦЕНА САДРЖАЈА ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ У ЗЕМЉИШТУ	35
3.10.1 Глобална процена резерве органског угљеника у земљишту.....	35
3.10.2 Мапа резерве органског угљеника у земљишту.....	36
3.10.3 Подаци за израду мапе и методологија	37
3.10.4 Садржај органске материје у земљиштима Европе.....	38
3.10.5 Процена садржаја органског угљеника у подповршинским слојевима	42
3.11 ПРОГРАМИ ИСПИТИВАЊА САДРЖАЈА ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ	42
3.12 ВЕРТИКАЛНА ДИСТРИБУЦИЈА ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ	44
3.13 БУДУЋЕ ПРОМЕНЕ САДРЖАЈА ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ	45
3.13.1 Моделирање промена садржаја органског угљеника у земљишту	46
4. РАДНА ХИПОТЕЗА	47
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ РАДА	48

5.1 ИЗРАДА БАЗЕ ПОДАТАКА	48
5.1.1 <i>Израда базе података педолошких профила.....</i>	48
5.1.2 <i>Прилагођавање дигиталне педолошке карте WRB класификацији</i>	50
5.2 ОПИС АНАЛИТИЧКИХ МЕТОДА	52
5.3 ГЕНЕРИСАЊЕ ПОДАТАКА О ЗАПРЕМИНСКОЈ МАСИ	52
5.4 СТАТИСТИЧКА ОБРАДА ПОДАТАКА.....	53
5.4.1 <i>Утврђивање зависности садржаја органског угљеника у земљишту од климатских елемената и надморске висине</i>	55
5.4.2 <i>Израчунавање средње годишње температура ваздуха за сваки локалит</i>	57
5.4.3 <i>Израчунавање средње годишњих количина падавина за сваки локалитет</i>	59
5.4.4 <i>Утврђивање зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње температуре ваздуха, средње годишње количине падавина и надморске висине.....</i>	61
5.5 ИЗРАЧУНАВАЊЕ РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ	62
5.5.1 <i>Одређивање резерве органског угљеника на основу површина WRB референтних група.....</i>	64
5.6 ИЗРАЧУНАВАЊЕ РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗАВИСНОСТИ ОД НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА.....	65
5.7 УТВРЂИВАЊЕ САДРЖАЈА УКУПНОГ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА НА ОРАНИЦАМА И ПАШЊАЦИМА	66
5.8 ДЕФИНИСАЊЕ САДРЖАЈА ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ	67
5.9 ГРАФИЧКА ОБРАДА ПОДАТАКА	67
6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА.....	68
6.1 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТИМА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ.....	68
6.1.1 <i>Карта подручја са веома ниским садржајем органског угљеника у земљишту</i>	74
6.2 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ У ЗАВИСНОСТИ ОД ТИПА ЗЕМЉИШТА	75
6.2.1 <i>Основне карактеристике WRB референтних група земљишта у односу на садржај органског угљеника86</i>	
6.2.2 <i>Резерве органског угљеника у земљишту на основу површина WRB референтних група</i>	113
6.2.3 <i>Карте дистрибуције резерве органског угљеника у земљишту по WRB референтним групама</i>	114
6.3 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ У ЗАВИСНОСТИ ОД НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА.....	115
6.3.1 <i>Утицај промене начина коришћења земљишта на садржај органског угљеника</i>	115
6.3.2 <i>Губитак резерви органског угљеника у земљишту у периоду 1990-2006. године услед пренамене земљишта</i>	117
6.3.3 <i>Промена употребе пољопривредног земљишта</i>	119
6.3.4 <i>Резерве органског угљеника према начину коришћења земљишта</i>	120
6.4 УТВРЂИВАЊЕ ЗАВИСНОСТИ САДРЖАЈА ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ ОД КОЛИЧИНЕ ПАДАВИНА, ТЕМПЕРАТУРЕ И НАДМОРСКЕ ВИСИНЕ.....	125
6.4.1 <i>Утврђивање статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине за подручје Шумадије - Београд и Крагујевац</i>	125
6.4.2 <i>Утврђивање статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине за подручје западне Србије.....</i>	130
6.4.3 <i>Утврђивање статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине за подручје југоисточне Србије</i>	136
6.4.4 <i>Утврђивање статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине за подручје јужне Србије - Лесковац ...</i>	140

6.4.5 Утврђивање статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине за подручје централне Србије - Крагујевац, западни део и Гоч.....	146
6.5 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ У ЗАВИСНОСТИ ОД МОРФОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА РЕЉЕФА	152
6.6 УТВРЂИВАЊЕ САДРЖАЈА УКУПНОГ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА НА ОРАНИЦАМА И ПАШЊАЦИМА	157
6.6.1 Резултати испитивања садржаја укупног органског угљеника на ораницама и пашњацима у Европи	158
6.6.2 Резултати испитивања садржаја укупног органског угљеника на ораницама и пашњацима у Републици Србији.....	159
6.7 ВИШЕСТРУКА РЕГРЕСИОНА И КОРЕЛАЦИОНА АНАЛИЗА.....	161
7. ДИСКУСИЈА.....	174
7.1 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТИМА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ.....	174
7.2 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ У ЗАВИСНОСТИ ОД ТИПА ЗЕМЉИШТА	176
7.3 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ У ЗАВИСНОСТИ ОД НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА.....	181
7.4 ЗАВИСНОСТ САДРЖАЈА ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ ОД КОЛИЧИНЕ ПАДАВИНА, ТЕМПЕРАТУРЕ И НАДМОРСКЕ ВИСИНЕ	183
7.5 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ У ЗАВИСНОСТИ ОД МОРФОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА РЕЉЕФА	188
7.6 УТВРЂИВАЊЕ САДРЖАЈА УКУПНОГ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА НА ОРАНИЦАМА И ПАШЊАЦИМА	190
8. ПРЕПОРУЧЕНЕ ПРАКСЕ У УПРАВЉАЊУ САДРЖАЈЕМ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ	191
9. ЗАКЉУЧЦИ	194
10. ЛИТЕРАТУРА.....	197

Скраћенице

ОМ - Органска материја

ОС - Органски угљеник

SOC - Soil organic carbon

CLC - Corine Land Cover

GEMAS - Geochemical mapping of agricultural and grazing land soils of Europe

TOC - Total organic carbon

LULCF - Land use, land-use change and forestry

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

WRB - World Reference Base For Soil Resources

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations

WMO - World Meteorological Organization

UNEP - United Nations Environment Programme

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

1. УВОД

Органска материја земљишта је састављена од живих организама земљишне флоре и фауне, корена биљака, неразложених и разложених биљних и животињских остатака и новообразованих органских материја - хумуса. Хумус обухвата целокупну изумрлу органску материју. Извори хумуса су углавном ситни коренови биљака и њихови надземни делови (шумска и травна простирка, слама итд.) и у мањој мери организми земљишне флоре и фауне. Едафон чине живи организми у земљишту: земљишна флора и фауна. Удео едафона у укупној сувој органској маси земљишта варира од 1 % до максимално 10 %.



Слика 1. Састав органске материје у земљишту

Органски део земљишта представља сложен систем материја изразито динамичког карактера. Ово је резултат непрекидног прилива органских материја у земљиште и њихове непрекидне трансформације. Један део органских једињења се под утицајем микроорганизама, влаге и топлоте одмах минерализује на хранљиве елементе и угљен диоксид (CO_2), док се други део постепено трансформише и претвара у ново специфично комплексно једињење - хумус.

Човек својом активношћу утиче на различите видове деградације земљишта која даље може да доведе до смањења његовог садашњег, а и будућег производног потенцијала. Да би се осигурало одрживо управљање земљиштем, тј. да би се земљиште заштитило од деградације, неопходно је да се органска материја (ОМ) у земљишту сачува и одржава на задовољавајућем нивоу. Смањење садржаја ОМ представља индикатор лошијег квалитета у већини земљишта. То је управо због тога што је ОМ изузетно важна за све процесе који се у земљишту одвијају: у органској материји су акумулирани хранљиви елементи, извор је плодности, доприноси аерацији земљишта тиме што редукује његову збијеност, побољшава инфилтрацију и повећава капацитет земљишта за воду и ваздух, утиче

повољно на топлотни режим. Органска материја ткђ. служи као пуфер за промене у реакцији земљишта (рН) и извор је енергије за земљишне микроорганизме. Органска материја у земљишту учествује у глобалном кружењу угљеника (С). Везивање (имобилизација) угљеника у терестријалним екосистемима подразумева премештање CO_2 из атмосфере у дуготрајне резерве С, као што су нпр. терестријалне и геолошке.

У литератури се у последње време уместо термина ОМ и хумус све чешће помиње термин органски угљеник. Разлог можемо наћи у чињеници да је садржај органског угљеника могуће прецизније дефинисати него ОМ, чији је састав веома променљив. Други разлог који је довео до истицања значаја праћења органског угљеника у земљишту је процес глобалног загревања. Овом процесу доприноси и органски угљеник из земљишта који се након разградње ОМ ослобађа у виду CO_2 . Потреба за адекватним подацима о садржају ОМ у земљиштима на националном, регионалном и на нивоу Европе нагло расте у протеклих неколико година. Ово је резултат растуће свести о проблему животне средине као што је деградација земљишта, дезертификација (UNEP, 1991; ЕЕА, 1995; Kosmas et al., 1999), ерозија и, на глобалном нивоу, утицај на климатске промене. Индикатор који дефинише праћење и приказ података о садржају органског угљеника у земљишту у Републици Србији прописан је у Националној листи индикатора "Службени гласник РС" бр. 37/11 (Видојевић и сар., 2013).

Да би се обезбедило одрживо управљање земљиштем, неопходно је да ОМ у земљишту буде одржавана на задовољавајућем нивоу. Садржај ОМ у појединим слојевима земљишта представља основу за израчунавање акумулације ОМ у слоју до један метар дубине (Gobin et al, 2011; Видојевић и Манојловић, 2010). На тај начин је могућа процена резерви ОМ у земљишту у зависности од типа земљишта и начина његовог коришћења. Утврђивање параметара који утичу на смањење садржаја ОМ у земљишту, као и одговарајућих релација између ових параметара, представља основ за дефинисање подручја у којима постоји ризик за његово смањење. На простору Републике Србије није вршена систематска процена резерви органског угљеника у земљиштима. Резултати досадашњих истраживања показују да јединствени приступ у процени није могућ на ширем подручју и да детаљније анализе захтевају прецизније и поузданије податке на регионалном и националном нивоу, што даје оправданост овог истраживања.

Из наведених разлога предмет овог истраживања је процена резерве ОМ у земљишту на подручју Републике Србије кроз прорачун акумулације органског угљеника у слоју до један метар дубине. Такође ће се утврдити зависност садржаја органског угљеника у земљишту од типа земљишта, климатских елемената и надморске висине, морфометријских карактеристика рељефа и начина коришћења земљишта на простору Републике Србије.

2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ истраживања је да се на основу садржаја органске материје у земљишту израчуна акумулација органског угљеника у слоју до један метар дубине, односно да се процене резерве ОМ у слоју 0-30 cm и 0-100 cm, као и да се утврди зависност његовог садржаја од типа земљишта, климатских елемената и надморске висине, морфометријских карактеристика рељефа и начина коришћења земљишта на простору Републике Србије.

Истраживање ће се обавити у две фазе: (1) прикупљање података који представљају основ утврђивања базног статуса органског угљеника у земљишту и (2) испитивање односа између садржаја органског угљеника и типа земљишта, климе, начина коришћења земљишта и морфометријских карактеристика рељефа, што представља основу за процену њиховог утицаја на резерве органског угљеника у земљишту.

3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

3.1 ЗНАЧАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ/УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ

Уколико изузмемо карбонатне стене, у земљишту се налазе највеће резерве угљеника на копну. Ово је приближно двострука вредност која се налази у атмосфери и трострука вредност која је садржана у копненој вегетацији (Milne et al., 2006). У већини земљишта највеће количине угљеника се налазе у форми органског угљеника (ОС) (Batjes and Sombroek, 1997), што наводи на закључак да промене у резерви органског угљеника у земљишту (и повећање и смањење) може бити од глобалног значаја и чак може ублажити или погоршати климатске промене. Земљиште је природни ресурс у коме су акумулиране велике резерве органског угљеника који представља једно од централних питања у науци о земљишту (Lal, 2004; Манојловић, 2008). ОМ је од виталног значаја за функционисање екосистема и има главни утицај на структуру земљишта, капацитет за задржавање воде у земљишту, капацитет за размену катјона и на способност земљишта да формира комплексе са јонима метала и да чува нутријенте (Van Keulen, 2001). Адекватно управљање земљиштем у циљу подизања нивоа органског угљеника може повећати продуктивност и одрживост пољопривредних екосистема (Cole et al., 1997). Такође, адекватно управљање земљиштем има улогу у ублажавању ефеката гасова стаклене баште, с обзиром да земљиште има капацитет да ослободи или задржи угљеник. Повећање ОМ у земљишту представља важну стратегију биолошког везивања (имобилизације) угљеника (Манојловић и Аћин, 2007; Манојловић et al., 2008). Ово је препознато и од стране Уједињених Нација и Оквирне Конвенције о климатским Променама (United Nations Framework Convention on Climate Change (United Nation, 1992) и Кјото протокола (United Nations, 1998) и односи се на уклањање угљеника из атмосфере са побољшањем управљања пољопривредним (Article 3.4.) и шумским земљиштем (Article 3.3.). Коришћењем различитих сценарија Smith и сарадници (1998) су пронашли да до 10 % CO₂ произведеног услед активности човека у Европи сваке године може бити акумулирано (секвестрирано) као ОМ у земљишту.

Пратећи велику експанзију и интензификацију пољопривреде за време двадесетог века, јасно је да опадање садржаја органског угљеника у већини земљишта настаје као последица овог тренда (Sleutel et al., 2003). Ово опадање има велики утицај на пољопривредну производњу с обзиром да је органски угљеник једна од главних компоненти ОМ у земљишту. У оквиру официјалног саопштења "Towards a Thematic Strategy for Soil Protection" (CEC, 2002), усвојеног априла 2002. године,

идентификовано је осам главних притисака на земљиште и сматра се да смањење ОМ представља једно од најозбиљнијих процеса деградације, посебно у Јужној Европи.

3.2 ИЗВОРИ И ОБЛИЦИ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ

3.2.1 Облици органског угљеника

У земљишту могу бити присутна три облика угљеника (Schumacher, 2002):

1. елементарни С
2. неоргански С и
3. органски С

Елементарни угљеник настаје као непотпуно сагорени продукт ОМ (нпр. дрвени угаљ, графит, и чађ), затим потиче из геолошких извора (нпр. графит и угаљ), а присутна је и дисперзија ових форми угљеника за време рударских активности, процеса или услед сагоревања ових материјала.

Неоргански угљеник потиче из геолошких или земљишних матичних извора. Облици неорганског угљеника који су присутни у земљишту су карбонати. Два најзаступљенија минерала у облику карбоната су калцит (CaCO_3) и доломит [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$], али могу бити присутне и друге форме (нпр. сидерит FeCO_3) што зависи од места где се земљиште формира. Такође треба напоменути да калцит, и у неким случајевима доломит, могу такође бити присутни у земљишту услед уноса у оквиру пољопривредне производње (нпр. додавањем кречњака).

Органски угљеник је природно везан за разградњу биљака и животиња. У земљишту је присутан широк варијабилитет облика органског угљеника, од свеже простирке, стеље (нпр. листова, гранчица, грана) до високо разграђене форме као што је хумус.

Треба поменути и изворе органског угљеника који настају као резултат загађења узрокован човековим активности. Просипање или расипање загађивача у животну средину повећава садржај укупног угљеника који је присутан у земљишту. Генерално, удео угљеника који потиче из загађивача (мерен у mg/kg) у укупном садржају органског угљеника (мереног у процентуалном нивоу) је релативно мали до незнатни, осим ако се није појавило свеже расипање, ако је присутан чист продукт или је узоркован 'hot spot' односно ванредно загађени локалитет.

3.2.2 Извори органске материје у пољопривредним подручјима

Главни извори ОМ у земљишту у пољопривредним подручјима долазе од биљног материјала, остатака усева и животињског ђубрива, из узгоја говеда, оваца, свиња и живине. Дистрибуција пољопривредних активности на националном нивоу није униформна, већ се дешава да је концентрација органског материјала већа у појединим областима него у другим. Транспорт ђубрива животињског порекла може бити веома скупо услед велике запремине. Ретко је интензивна пољопривредна производња лоцирана уз екстензивне пољопривредне системе које могу да имају корист од примене великих количина ђубрива животињског порекла.

Други потенцијални извор ОМ у пољопривредном земљишту је отпадни муљ, урбани отпад и стеља од шумског дрвећа. Коришћење ових материјала за ђубрење захтева специјалне технологије да би се процесирали сирови материјали. Сакупљање биљне стеље може бити веома интензиван посао који захтева значајна средства, али је веома користан за обезбеђивање ОМ у земљишту.

Огромна већина одпадног муља се производи на великој удаљености од подручја која могу да имају корист од његове примене. Постоји ризик од загађења земљишта применом индустријског отпада или отпадног муља. Коришћење овог отпада за повећање садржаја ОМ мора бити пажљиво и строго контролисано.

3.3 УТИЦАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ НА СВОЈСТВА ЗЕМЉИШТА

Органска материја у земљишту утиче на низ својстава и то:

- на боју земљишта, у распону нијанси од смеђе до црне боје;
- утиче на физичка својства земљишта која се испољавају кроз образовање зрнасте и стабилне структуре, смањење кохезије и пластичности у тешким, глиновитим земљиштима, повећању водног капацитета, и истовременом уређењу водно-ваздушних односа у земљишту;
- утиче на повећање капацитета адсорпције катјона у минералним земљиштима;
- утиче на снабдевање биљака приступачним хранивима путем изражене размене хранива, ослобађања N, P и S из органских облика, екстракције елемената из минерала у земљишту (Миљковић, 1996);

Компоненте земљишта – минералне и органске нису измешане на неправилан, безобличан начин, већ заједно образују организовано земљишно тело са одређеном структуром и физичким и хемијским особинама које су, иако делом произилазе из особина појединих компоненти, специфичне за сложени систем земљишта – педосистем (Дугалић и Гајић, 2012). Механички елементи земљишта

(песак, прах и глина) се у природним условима веома ретко налазе слободни – неvezани. Под утицајем сложених педогенетских процеса, у већини случајева међусобно су повезани у структурне агрегате различите форме, величине и грађе. Способност земљишта да се под утицајем механичког деловања распада на структурне агрегате назива се структурност земљишта, а скуп агрегата различите величине, форме и квалитативног састава назива се структура земљишта, односно агрегатни састав земљишта. Под структуром земљишта у ширем смислу подразумева се просторни распоред основних механичких елемената, агрегата и пора у земљишту (Jongerius, 1957). Земљиште може бити структурно и безструктурно. У структурном земљишту земљишна маса је издељена на структурне агрегате различитог облика и величине. У безструктурном, или делимично оструктуреном земљишту механички елементи, који чине земљиште, нису међусобно спојени у веће структурне агрегате, већ су одвојени или су образовали чврсту „цементирану“ масу. У песковима или песковитим земљиштима механички елементи углавном нису међусобно повезани. Иловаста и глиновита земљишта могу бити структурна и безструктурна или слабо оструктурена.

Структурни агрегати се образују заједничким деловањем већег броја фактора који се могу сврстати у пет група: земљишне, климатске, биолошке, антропогене факторе и време (Дугалић и Гајић, 2012). Хемијски састав земљишта тј. садржај органске материје у њему игра значајну улогу у агрегацији земљишта. Ту се пре свега мисли на свеже образоване и вишевалентним катјонима засићене хуминске и улминске киселине које по коагулацији слепљују честице механичке фракције глине, праха и песка у стабилне структурне агрегате.

Структура земљишта представља веома важан фактор његове плодности. Утицај структуре земљишта на формирање покорнице, продирање корена, ток воде и ваздуха у земљишту, емисију CO₂, ерозију, ретенцију хранљивих материја и биолошку активност је познат. Стварање структуре земљишта је веома сложен процес и зависи од интеракције типа земљишта, цементних агенаса, управљања земљиштем и еколошких услова (Tisdall and Oades, 1982; Oades and Waters, 1991; Bronick and Lal, 2005).

Ниво органског угљеника у земљишту је уско повезан са структуром земљишта и представља један од главних фактора агрегације (Bronick and Lal, 2005). Агрегати физички штите органски угљеник у земљишту, док је он цементни агенс у процесу агрегације. Повећан интензитет обраде изазива губитак макроагрегата богатих органским угљеником у корист микроагрегата, што резултира у укупном губитку органског угљеника у земљишту (Six et al., 2000). Органски угљеник је стабилнији у микроагрегатима него у макроагрегатима (Puget et al., 2000). Стабилност агрегата и очување концентрације органског угљеника у земљишту зависи у великој мери од текстуре земљишта. Утицај органског угљеника у земљишту на структурну стабилност је још израженији у земљиштима која садрже мало фракције глине (Wuddivira and Camps-Roach, 2007). Таква земљишта

такође имају ниску концентрацију органског угљеника у фракцији микроагрегата, јер се већина честица песка налази у овој фракцији. Природни екосистеми обично имају повољну структуру земљишта и већу концентрацију органског угљеника, њихово превођење у обрадиво земљиште обично доводи до погоршања структуре, чиме се и подстичу ерозиони процеси (Six et al., 1998; DeGryze et al., 2004). Деградирање структуре земљишта је обично праћено рапидним опадањем концентрације органског угљеника у земљишту, што има локални, регионални и глобални утицај на економију, квалитет животне средине и одрживост природних ресурса (Lal, 1991).

Механички састав земљишта као процентуални удео механичких елемената знатно утиче на структуру земљишта и посебно на органски угљеник у земљишту. Земљишта различитог механичког састава имају знатно другачији потенцијал за очување, везивање и стабилизацију органског угљеника. Стабилност органског угљеника у земљишту је одређена хемијском природом органске супстанце, адсорпцијом и апсорпцијом на и у минералном делу земљишта и њеном учешћу у формирању структурних микроагрегата (Travnikova et al., 2002). Хумати се често адсорбују на глиненим минералима или су повезани са њима преко различитих веза (мостова). При повећаном садржају глинених честица садржај органског угљеника у земљишту има тенденцију повећања. Разлог томе је веза између површине глинених честица и органске материје која успорава процес разградње. Земљишта са већим садржајем глине повећавају потенцијал за формирање агрегата. Макроагрегати физички штите органске молекуле од даље минерализације изазване микроорганизмима (Rice, 2002). У сличним климатским условима, садржај органске материје у земљиштима фине текстуре (глиновитим) је два до четири пута већи него у грубо текстурним (песковитим) земљиштима (Prasad and Power, 1997).

Земљишта се могу поделити у три категорије према њиховом потенцијалу за повећање залиха органског угљеника у земљишту, а делимично у зависности од механичког састава: она са високим потенцијалом која су углавном формирана на лесу и лесоликим седиментима који су иловасте структуре, она са средњим, формирана на алувијалном наносу у зависности од природе талобага и она са ниским, формирана на еолском песку, због своје пешчане структуре, добре аерације и хумусно-акумулативног слоја који се одржава у почетним фазама формирања под утицајем еолске ерозије (Belić et al., 2013). Глиновита земљишта акумулирају органски угљеник релативно брзо, док песковита не могу да га акумулирају ни после 100 година великог уноса органске материје (Freibauer et al., 2004).

Постоје значајне корелације између садржаја органског угљеника у земљишту и запреминске масе земљишта (Péridé and Ouimet, 2008). Садржај органског угљеника у земљишту и запреминска маса су два битна параметра за процену залиха органског угљеника у земљишту (Xu et al., 2011). Већа вредност запреминске масе подразумева веће залихе органског угљеника у земљишту.

Запреминска маса зависи од природних својстава земљишта (Chen et al., 1998) и у јакој је вези са текстуром земљишта, иако може да се мења под утицајем антропогеног фактора.

Ретенција влаге у земљишту је његово главно хидраулично својство које регулише функционисање земљишних екосистема и веома утиче на управљање земљиштем. Ретенција влаге је у великој мери зависна од количине и састава ОМ земљишта који варирају, како због климатских промена тако и због промене начина коришћења и управљања земљиштем. Повезаност ретенције влаге са ОМ земљишта је под утицајем његовог механичког састава. Земљишта грубог механичког састава знатно су осетљивија на висину концентрације органског угљеника у поређењу са земљиштима финог механичког састава (Rawls et al., 2003). Механички састав, запреминска маса и садржај ОМ су најбитнији фактори који се користе у предвиђању вредности ретенције воде у земљишту (Zacharias, 2007).

Садржај органског угљеника и укупног азота у земљишту играју кључну улогу у одржавању квалитета земљишта, производњи усева и одрживости животне средине (Bauer and Black, 1994). Хуминске киселине су високомолекуларне органске киселине цикличне грађе које садрже азот. У њихов састав улази угљеник, којег има од 52-62 %, кисеоник (31-40 %), потом водоник (2,5-5,8 %), азот (1,7-5,8 %) и такође мања количина золних елемената (P, S, Fe и Al од 1-10 %) (Дугалић и Гајић, 2012). Садржај органског угљеника, кисеоника и водоника зависи од услова и брзине хумификације, а азота од хемијског састава ОМ која се разлаже и бројности микрофлоре. Азот обезбеђен минерализацијом ОМ земљишта је важан извор минералног азота за усева.

3.4 ФАКТОРИ КОЈИ УТИЧУ НА САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ У ЗЕМЉИШТУ

Формирање и понашање ОМ у земљишту је веома комплексно. Органска материја у земљишту примарно долази од биљних остатака и анималног материјала, разграђена је под утицајем температуре, влаге и амбијенталних земљишних услова и синтетизована је радом микроорганизама. У топлим и сувим подручјима као што је јужна Европа, трошење ОМ може бити убрзано зато што је и процес разградње убрзан на вишим температурама.

Фактори који утичу на садржај ОМ у земљишту могу бити груписани у две групе:

1. Природни фактори;
2. Фактори узроковани људском активношћу;

Најзначајнији природни фактори су:

1. Клима;

2. Геолошка подлога и минеролошки састав;
3. Покровност земљишта и/или тип вегетације;
4. Топографија;

Фактори који су узроковани људском активношћу су:

1. Начин коришћења земљишта и карактеристике пољопривредних система;
2. Управљање земљиштем;
3. Деградација земљишта;

Има пуно фактора који се односе на деградацију земљишта и трошење ОМ, али најзначајнији узрок је сеча шума, шумски пожари, дезертификација, промена намене пашњака и полуприродне вегетације у обрадиво земљиште, дубоко орање обрадивог земљишта које узрокује брзу минерализацију лабилних компоненти ОМ, интензивна ерозија земљишта и генерално, лоше управљање земљиштем. На основу истраживања UNEP-а (1991) дезертификација прети на преко 60 % површина у јужној Европи, што представља једно од највећих претњи по животну средину за земље Европске Уније (Kosmas et al., 1999).

Идентификација фактора који утичу на промену садржаја и квалитета ОМ у земљишту је изузетно важно за велики број подручја истраживања:

1. Секвестрација угљеника;
2. Плодност земљишта;
3. Трансфер загађивача;
4. Одржива биљна производња;
5. Однос земљишта и воде;

Емисија угљеника која утиче на глобално загревање и на климатске промене је од значајног интереса на континенталној и глобалној скали. Дуготрајне високе температуре у току лета у подручју медитерана воде брзом смањењу садржаја ОМ у обрадивом земљишту. Ово смањење је још убрзаније уколико се уклањају или сагоревају биљни резидуи (жетвени остаци). Уколико се довољно ОМ не врати у земљиште да би се надокнадио губитак настао минерализацијом, може се очекивати да ће садржај органске материје да се смањи. Када је резерва органског угљеника у земљишту у опадању, процес се може назвати исцрпљивање резерви (soil nutrient mining) (Zdruli et al., 1998). У оквиру података који приказују садржај ОМ репрезентативних минералних земљишта, јасно је да постоје разлике између земљишта различитих географских региона, али такође у оквиру појединих локалитета. И ако је хетерогеност очекивана, постоји општи однос који може помоћи да се процени дистрибуција ОМ у земљишту (Zdruli et al., 2004).

Концентрација и промене садржаја ОМ у земљишту је под утицајем великог броја фактора који иначе утичу на формирање земљишта, као што су клима (Alvarez and Lavado, 1998; Ganuza and

Almendros, 2003), топографија (Burke, 1999; Raghubanshi, 1992), вегетација (Finzi et al., 1998), механички састав (Spain, 1990), праксе управљања земљиштем (Yang and Wander, 1999). Многи од ових фактора су међусобно зависни (Sollins et al., 1996).

3.5 ЗАВИСНОСТ САДРЖАЈА ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ У ЗЕМЉИШТУ ОД КЛИМЕ И НАДМОРСКЕ ВИСИНЕ

Органска материја у земљишту је главна компонента глобалног кружења угљеника (Schlesinger, 1997). Глобална резерва органског угљеника у земљишту је приближна суми атмосферског резервоара од 750 Pg и биолошког резервоара од 600 Pg (Schimel, 1995; Houghton, 1995). Мале промене ОМ у земљишту могу утицати на дугорочну одрживост екосистема, глобалну резерву угљеника и на концентрацију атмосферског CO₂ (Amundson, 2001). Из тог разлога је јако важно испитати однос садржаја ОМ у земљишту са једне и вредности климатских елемената, односно надморске висине са друге стране, као и других фактора у циљу праћења утицаја промена климатских елемената на глобално кружење угљеника (Post et al., 1996; Ringrose et al., 1998).

3.5.1 Зависност садржаја органске материје у земљишту од климе

Генерално је препознато да клима, посебно температура ваздуха (у даљем тексту температура) и падавине, представљају најважнији фактор који регулише ниво ОМ у земљишту (Jenny, 1980; Sims and Nielsen, 1986; Homann et al., 1995; Alvarez and Lavado, 1998). Такође је пронађено да на садржај ОМ утиче и велики степен покровности вегетацијом, квантитет и квалитет органских резидуа кроз унос у земљиште, ниво минерализације ОМ у земљишту и разградња простирке. Ово је све везано за кружење ОМ у земљишту (Schimel et al., 1994; Garten et al., 1999; Hontoria et al., 1999; Quideau et al., 2001; Neviaa et al., 2003) што је неоспорно везано за климатске факторе. Докучаев (1899) је на основу климатске и вегетацијске зоналности у руским черноземима показао да дистрибуција ОМ у земљишту може бити карактеризована дистрибуцијом по географској ширини и вертикалном зоналношћу (Kovda, 1981). Jenny и сарадници (1949) повезују разградњу ОМ са климатским елементима у Централној Америци. Turner и Lambert (2000) су пронашли да је основни ниво садржаја ОМ у земљишту повезан са динамичким балансом уноса и губитка угљеника у одређеним климатским условима. Досадашња истраживања квалитативног односа између садржаја ОМ у земљишту и температуре и падавина рађена су у оквиру малих размера (Callesen et al., 2003; Powers and Schlesinger, 2002). Закључак је да садржај ОМ у земљишту расте са количином падавина и опада

са порастом температуре (Jenny, 1980; Burke et al., 1989; Grigal and Ohmann, 1992; Hontoria et al., 1999; Percival et al., 2000; Ganuza and Almendros, 2003; Lemenih and Itanna, 2004). Alvarez and Lavado (1998) такође наглашавају да је садржај ОМ у земљишту у површинском слоју од 0-50 cm у позитивној корелацији са количином падавина и температуром у Аргентини. Треба нагласити да је утврђивање односа садржаја ОМ у земљишту и климатских елемената на већим размерама теже, што чини да се тешкоће јаве и у прогнозирању промена садржаја ОМ у земљишту у функцији пројектованих климатских промена на континенталним размерама (Kern et al., 1998). Да би квантитативно проценили могући утицај климатских промена на садржај ОМ у земљишту на регионалним или глобалним размерама, неопходно је идентификовати главне климатске факторе који утичу на садржај ОМ у земљишту и утврдити зависност садржаја ОМ у земљишту од климатских елемената на различитим размерама и у оквиру различитих региона.

Укупна резерва органског угљеника у Кини је у опсегу 50 до 200 Pg (Wang et al., 2000; Ni, 2001; Pan et al., 2003; Wu et al., 2003), што чини 6,73 % од укупне глобалне резерве ОМ у земљишту (Wang et al., 2000). На основу истраживања концентрације ОМ у земљишту у Кини (Dai and Huang, 2006) установљено је да концентрација у површинском слоју земљишта широко варира по зонама. Истраживање је обухватило 886 таксономски препознатих серија профила распоређених по зонама. Концентрација ОМ у површинском слоју генерално је у негативној корелацији са средње годишњом температуром и у позитивној корелацији са средњом годишњом количином падавина и надморском висином.

Када се померимо из топлијег у хладније подручје, садржај ОМ у земљиштима са сличним карактеристикама, тзк. упоредивим земљиштима, има тенденцију пораста. Просечан тренд у разградњи ОМ убрзава се у топлијим регионима, док је нижи ниво разградње случај у хладнијим регионима. Садржај воде у земљишту такође утиче на садржај ОМ у земљишту. Генерално, у земљиштима са сличним карактеристикама садржај ОМ расте како ефективна влага расте (Zduli et al., 2004). Ово се објашњава чињеницом да су микроорганизми активнији, и да је хумификација ОМ бржа у подручјима умерених до ниских количина падавина, што условљава и оскуднију вегетацију него у влажним подручјима.

У условима када количина падавина расте, а температура опада, смањује се и микробиолошка активност. Истраживања су показала да у условима са једнаком количином падавина и влагом у земљишту и сличном вегетацијом, просечан садржај ОМ у земљишту расте два до три пута за сваких 10⁰ C пада средње годишње температуре (Buckman and Brady, 1960).

3.5.2 Зависност садржаја органске материје у земљишту од надморске висине

Надморска висина је често употребљавана за проучавање ефеката климатских елемената на промене ОМ у земљишту (Townsend et al., 1995; Trumbore et al., 1996; Garten et al., 1999; Lemenih and Itanna, 2004). Генерално, температура опада и количине падавина расту са порастом надморске висине. Промена климе са надморском висином утиче на композицију и продуктивност вегетације и, стога, утиче и на количине и промене ОМ у земљишту (Garten et al., 1999; Hontoria et al., 1999; Quideau et al., 2001). Надморска висина такође утиче на садржај ОМ у земљишту контролишући биланс воде у земљишту, ерозију земљишта и процесе геолошке депозиције (Tan et al., 2004). Позитивна корелација је утврђена и истраживањем односа између садржаја ОМ у земљишту и надморске висине (Sims and Nielsen, 1986; Tate, 1992). Испитивање вредности садржаја органског угљеника у земљиштима Голије под различитим начинима коришћења земљишта показује да су начин коришћења и надморска висина важни фактори који утичу на садржај органског угљеника (Manojlovic et al., 2011). Резултати показују да су највеће залихе органског угљеника у земљишту под шумом, а најниже под травном вегетацијом. Садржај органског угљеника опада од виших ка нижим надморским висинама (Manojlovic et al., 2011).

3.6 УТИЦАЈ МЕХАНИЧКОГ САСТАВА НА САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ У ЗЕМЉИШТУ

Под константним условима, текстура земљишта утиче на садржај ОМ у земљишту (Табела 1). Песковита земљишта обично садрже мање ОМ него земљишта са финијом текстуром, иловача или глина (Van-Camp et al., 2004). Ово је због тога што генерално мањи садржај влаге и већа аерација у песковитим земљиштима резултира бржој оксидацији ОМ у поређењу са тежим земљиштима. Генерално, слабо дренирана земљишта имају већи садржај влаге и слабију аерацију. Ово резултира у већем садржају ОМ у овим земљиштима него у њиховим боље дренираним еквивалентима.

Табела 1. Међусобни однос органске материје и текстуре земљишта (Van-Camp et al., 2004. по Buckman and Brady, 1960)

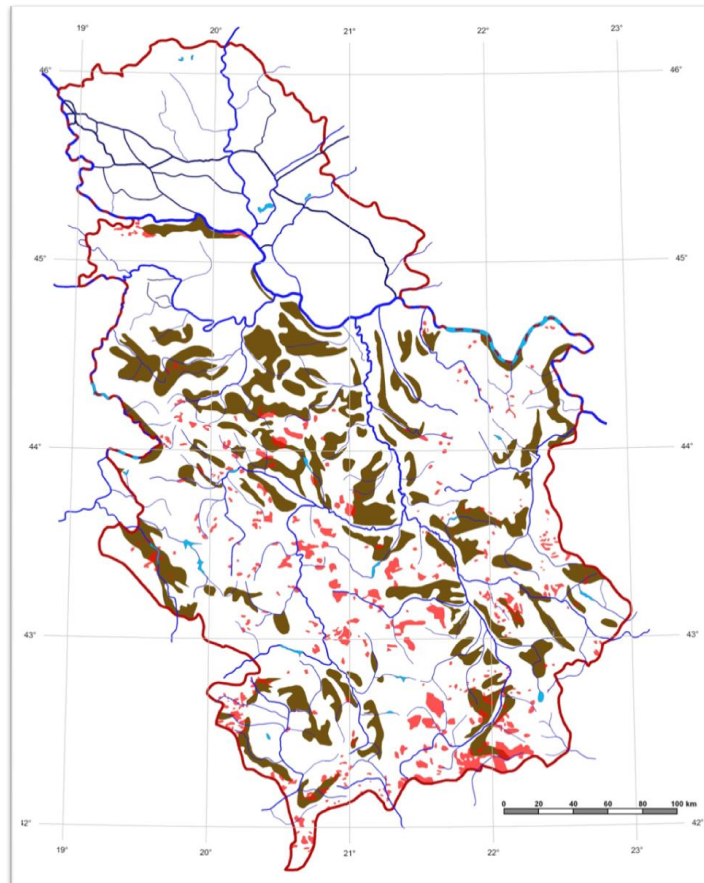
Текстурне класе	Садржај органске материје у површинским слојевима (%)	Садржај органске материје у подповршинским слојевима (%)
Пескови	0,80	0,50
Глиновита иловача	1,30	0,55
Глина	1,45	0,65

3.7 УТИЦАЈ ЕРОЗИЈЕ И ВЕГЕТАЦИЈЕ НА САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ У ЗЕМЉИШТУ

Ерозија узрокује одношење земљиних честица, посебно са површине. Ерозија водом и ветром може да буде одговорна за физичко одношење ОМ из земљишта, зато што је ОМ у највећој мери концентрисана на површини земљишта, у слоју до 30 cm и ово је слој који је углавном први под утицајем ерозије. Супротно, вегетација је значајан извор за попуњавање резерви ОМ, али где је оскудна вегетација обично је ОМ у дефициту. Истраживања су показала да ерозија може да однесе значајне количине нутријената, као и седимента. Процењено је да у Албанији ерозија водом однесе 60 милиона тона сировог материјала сваке године. Ово укључује 1,2 t ОМ, 100.000 t нитрата, 60.000 t фосфата и 16.000 t калијума (Laze and Kovač, 1996). Губици у регионима у Француској, Италији, Грчкој и Шпанији који се налазе уз Медитеран могу да буду чак и већи. Где се јавља интензивна ерозија, неопходно је више минералних и органских ђубрива на пољопривредним површинама да би се надокнадили губици настали ерозијом. Истраживања интензитета ерозије у сливу реке Колубаре показују да је 30,46 % испитиваног подручја под утицајем ерозије средњег, високог и веома високог интензитета, при чему је коришћен USLE модел и фактор еродибилитета К уз коришћење података о садржају органске материје у земљишту на испитиваном подручју (Belanović et al., 2013).

Према Карти ерозије Републике Србије (Лазаревић, 1983), рађеној у периоду 1966–1971. године, различитим интензитетом ерозије захваћено је 76.354,43 km² или 86,39 % Републике Србије. Према садашњем стању ерозије у Републици Србији (Лазаревић, 2009), може се закључити да је јачим категоријама ерозије (I–III категорија) захваћено 18.182,65 km² или 23,81 % од укупне површине захваћене ерозијом. Подаци показују да је на територији Војводине 85 % пољопривредног

земљишта под утицајем ерозије ветром са годишњим губитком од преко 0,9 t материјала по хектару (Vidojević and Manojlović, 2007). Израдом дигиталних мапа чији је основ постојећа карта ерозије, добијено је да подручја под јаким потенцијалом ерозије заузимају 3.320,80 km², односно 3,76 % територије Републике Србије (Dragicevic et al., 2011) (Слика 2).



Слика 2. Карта са распоредом нестабилних падина и подручја са јаким потенцијалом ерозије (Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2010. годину, 2011)

На карти су приказана подручја нестабилних падина и површине са јаким потенцијалом ерозије у Републици Србији. Ова подручја представљају и подручја где се површински слој земљишта, који је уједно и најплоднији са највећом количином ОМ, односе ерозионим процесима. За ова подручја се може сматрати да су под ризиком за смањење ОМ у земљишту.

Сливање нутријената и органских компонената у подземне воде које настаје услед ерозионих процеса је проблем у појединим подручјима. Велике количине падавина или вишак воде за наводњавање може погоршати овај проблем.

3.8 УТИЦАЈ ОБРАДЕ ЗЕМЉИШТА НА САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ

Када се природна или полу-природна подручја претворе у обрадива углавном се установи мањи ниво ОМ и азота. Најчешће је да ово смањење буде између 30-60 % на обрадивим земљиштима у односу на њихове ненарушене еквиваленте (Van-Camp et al., 2004).

Обрада земљишта може да има значајан ефекат на садржај и квалитет ОМ. За време процеса обраде као што су орање, дрљање, бушење рупа за сађење, агрегати земљишта се сваки пут нарушавају. У ненарушеном стању, већина ове ОМ је релативно заштићена од минерализације зато што постоји равнотежа са условима земљишта на локалној размери. Континуално нарушавање ће веома брзо променити услове, и то генерално води већем нивоу разградње ОМ, посебно лабилних форми (шећери, аминокиселине) које играју главну улогу у стабилизацији физичких структура земљишта. Форме ОМ које су остале када су лабилне форме минерализоване, су мање ефективне у стабилизацији структуре земљишта. Осим у случају када се ОМ брзо надокнађује, систем је у стању деградације који води неодрживости (World Bank, 1993).

Поред тога, чињеница да се поља под усевима у подручјима која се дуго обрађују одржавају, не значи да је одржан и ниво садржаја ОМ на задовољавајућем нивоу. Експерименти спровођени у САД-у (Buckman and Brady, 1960) показују смањење више од 30 % у садржају ОМ у земљиштима која су обрађивана дуги низ година. Ово је потврђено на експерименталној станици Rothamsted (Табела 2).

Табела 2. Ефекти ротације усева на садржај органске материје у обрадивом земљишту - Rothamsted, USA

Усеви гајени од 1894. без ђубрива: тежина по јутру у површинских 17 cm земљишта	С (у 1000 lb или 454 kg)	Н (у 100 lb или 45.4 kg)
Иницијално 1894	20,4	21,8
После 30 година континуалног гајења кукуруза	2,38	0,250
После 30 година континуалног гајења пшенице	12,8	13,1
Ток од пет ротација:		
кукуруз>овас>пшеница>детелина>трав	15,5	15,5
Ток од три ротације:		
кукуруз>пшеница>детелина	17,1	17,8

Експерименти показују да су веома различите форме примењеног ђубрива и ротације усева имале веома велики утицај на садржај угљеника и азота, али мањи утицај на њихов однос (Rusco et al., 2001. по Russell, 1961).

Прелиминарни резултати праћења утицаја органске и конвенционалне производње на садржај ОМ у чернозему у Војводини (Чувардић и сар., 2005) укажују да постоје значајне разлике између појединих локалитета на којима је истраживање вршено. У системима органске производње који укључују стајњак, садржај ОМ у земљишту је једнак или виши у односу на системе конвенционалне производње. Најнижи садржај ОМ измерен је на плодоредима са јарим јечмом, без обзира на систем производње и локалитет.

На простору Републике Србије, у оквиру праћења утицаја управљања земљиштем на промену нивоа ОМ у земљишту вршена су истраживања дугорочних утицаја пољопривредне праксе на секвестрацију органског угљеника у чернозему (Манојловић et al., 2008). Истраживање показује да садржај органског угљеника и његова резерва може бити очувана и/или повећана адекватним агротехничким мерама које укључују конзервативну обраду, примену органског ђубрива, заоравање жетвених остатака са минералним ђубривима и у неким случајевима ротација усева.

Генерално, корење и биљне резидуе се не генеришу у довољној количини у обрадивом земљишту да би надокнадили органску материју која је изгубљена сталним понављањем и нарушавањем земљишта у току циклуса узгоја. Према томе, садржај ОМ ће опадати до постизања еквилибријума у оквиру релативно мале вредности, што може бити сувише мало да би одржало све функције земљишта на жељеном нивоу.

3.9 УТИЦАЈ НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА НА САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ

Опис термина земљишни покривач и коришћење земљишта дали су Feranec и Otahel (2001) у монографији "Land Cover of Slovakia". Земљишни покривач обично се идентификује као скуп биофизичких објеката у постојећем пејзажу. Земљишни покривач представља материјализовани приказ природног просторног (морфолошког и биоенергетског) садржаја и од стране човека култивисане или новостворене пејзажне објекте. Испољавање земљишног покривача се разликује изгледом и морфоструктуралним карактеристикама, па се он може посматрати као опис објеката на земљиној површини.

Идентификација земљишног покривача је повезана са знањем о квалитету или биофизичком стању његовог садржаја и визуелним карактеристикама пејзажа. Индивидуални типови земљишног покривача, као просторне јединице, могу имати једну или више функција. За потребе пројеката

картирања земљишног покривача ове функције се посматрају са становишта људског живота и активности, реализације друштвених намера и интереса које на крају воде ка задовољењу човекових потреба у пејзажу. Интерпретација пејзажа као скупа типова земљишног покривача је примарни аспект сазнања о његовој комплексности.

Темељно разумевање пејзажа, поред идентификације земљишног покривача, захтева и идентификацију његових функција или начина коришћења. Термин *коришћење земљишта* обухвата земљишни покривач и начин на који се он користи (Burlay, 1961).

Процењено је да су пољопривредна земљишта Европске уније (EU 15) капацитет, као складиште, за везивање 60-70 Mt CO₂/год за време периода од 5 година прве предаје Кјото Протокола што је еквивалент 1.5-1.7 % емисије CO₂ у ЕУ из антропогених извора (ЕССР, 2003). Испитивање утицаја начина коришћења земљишта и садржаја органског угљеника на Голији показују да је начин коришћења земљишта имао значајан утицај на запреминску масу која је била виша у травњацима и обрадивом земљишту у односу на земљиште под шумом (Manojlović et al., 2011). Резултати показују да виши садржај органског угљеника редукује запреминску масу, испирање хранљивих елемената, повећава агрегатну стабилност, капацитет адсорпције катјона, пуферни капацитет, ретенцију воде, инфилтрацију, отпорност на сабијање, отпорност на ерозију и побољшава плодност земљишта (Manojlović et al., 2010a). Такође је значајно истаћи да је начин коришћења земљишта добар показатељ садржаја органског угљеника, али то обично маскира утицај типа земљишта на садржај органског угљеника, јер тип земљишта најчешће предодређује начин коришћења земљишта (Manojlović et al., 2010a).

3.9.1 Органска материја у пољопривредном земљишту

Начин коришћења пољопривредног земљишта

Процењује се да обрада земљишта објашњава 20 % повећања нивоа атмосферског CO₂ (Sauerbeck, 2001). Велики део губитка органског угљеника у земљишту се односи на губитак OM земљишта (24-32 %). Губици су посебно велики увођењем управљања усевама на дренираном органском или полухидроморфном земљишту (нпр. stagnic Cambisols). Општа је претпоставка да је садашњи ниво OM у ораницама и на пашњацима са применом модерних система пољопривреде (ђубрење, смена усева) прилично стабилан. Обрадиво земљиште у Немачкој је акумулирало велике количине OM од 1970. године па на овамо услед продубљивања слоја орања од <25 cm до ~35 cm дубине (Nieder and Richter, 2000). Сличан феномен је уочен у Белгији у периоду 1960-1990. године

(Van Meirvenne et al., 1996). С друге стране има индикација из истраживања која су вршена да укупни садржај органског угљеника у обрадивом земљишту опада. Ово може бити потврђено за умерени регион Западне Европе и у медитеранским климатским условима (Sleutel et al., 2003. за Фландију, Rusco et al., 2001. за Енглеску и Велс, Barančíková, 2002. за Словачку, Orlova and Vakina, 2002. за Русију). Разлози за ово смањење су различити и могу да укључе смањење примене ОМ у виду ђубрива, промењен састав органског ђубрива и повећана ерозија земљишта. Истраживања на нашем подручју показују да је садржај органског угљеника у чернозему у периоду 1947-2008. године смањен за ~0,49 %, услед чега је умањен производни потенцијал (Bogdanović et al., 2008).

Главни проблем у идентификацији тренда промена у садржају ОМ у пољопривредном земљишту, али и у другим земљиштима, је потешкоћа у приказу статистички значајне разлике у промени садржаја ОМ као последица промене управљања пољопривредним земљиштем (Kucharik et al., 2003) услед велике несигурности података и екстремно велике просторне варијабилности. Статистички значајна разлика у нпр. тренду кретања садржаја ОМ кроз време може се једино добити када је доступна адекватна база података (Sleutel et al., 2003; Van Meirvenne et al., 1996).

Оптималан ниво органске материје за пољопривредна земљишта

Да би се обезбедиле основе за евалуацију ризика од губитка функција земљишта услед губитка ОМ, неопходно је да се утврди одрживи ниво садржаја ОМ који ће да обезбеди све важне функције на одговарајући начин. Висок садржај ОМ има вишеструку корист, али може имати штетан утицај у појединим ситуацијама због могућег губитка нутријената, у првом реду нитрата. Услед велике варијабилности климе и типова земљишта у Европи, није могуће ставити једну вредност за оптимални садржај ОМ у земљишту.

Промене у начину коришћења пољопривредног земљишта

Конверзија обрадивог земљишта у привремене или сталне пашњаке представља ефикасан начин повећања садржаја ОМ и такође представља најефикаснију опцију за ублаживање ефеката климатских промена (ЕССР, 2003). Садржај ОМ у старим пашњацима је много већи него у обрадивом земљишту. Истраживања показују да је садржај ОМ у површинских 10 cm засејаног земљишта у Америци само 60 % од садржаја на земљишту првобитних пашњака. Експерименти у Канади показују да ОМ у земљишту постиже ниво од 0,6 до 0,8 t/ha годишње на пашњацима, на супрот еквиваленту у обрадивом земљишту (Mensah et al., 2003). Vleeshouwers и Verhaegen (2002)

су проценили просечан флуks угљеника од 1,44 t C/ha годишње након конверзије обрадивог земљишта у пашњаке.

Много других истраживања описују велики потенцијал пашњака да складиште OM (Post and Kwon, 2000). Romkens и сар. (1999) су нашли да у оквиру 9 година након заснивања пашњака на обрадивом земљишту (поље кукуруза) 90 % органског угљеника који је минерализован за време узгоја кукуруза бива враћен. У оквиру услова у Холандији, просечан садржај OM на пашњацима је 2-5 пута већи него у земљишту под усевима (Kortleven, 1963). У Швајцарској коефицијент разлике резерве органског угљеника у земљишту перманентних пашњака (0-20 cm у упоредивим условима станишта) и обрадивом земљишту је 1,5 (Leifeld et al., 2003). На бази мета анализе Guo и Gifford (2002) добијени су извештаји који указују на повећање резерве органског угљеника након промене начина коришћења земљишта из обрадивог у пашњаке од приближно 19 %.

Сва ова истраживања показују да је степен смањења OM у земљишту услед конверзије пашњака у обрадиво земљиште један од главних разлога тренутног потенцијала за секвестрацију кроз конверзију обрадивог земљишта у сталне пашњаке (Van-Camp et al., 2004). Конверзија перманентних пашњака у обрадиво земљиште је везана са брзим губитком OM (Smith et al., 1996; Huggins et al. 1998) која настаје услед редукованих уноса угљеника у земљиште, повећане минерализације као резултат обраде земљишта (Sauerbeck, 2001) и ерозије земљишта. Ово је посебно присутно у подручјима осетљивим на ерозију (земљиште под нагибом) или на процуривање нитрата.

3.9.2 Органска материја у шумском земљишту

Садржај органске материје у шумском земљишту

Подаци који се односе на инвентаре шумског земљишта односе се и на интензивну и широко раширену експлоатацију шума узроковану људским фактором (привремена сеча шума, скупљање стеље, дренажа, дубоко орање за побољшање окорелог земљишта) које тешко може да оштети земљиште, посебно земљиште у низијама и ниским планинским регионима, песковито земљиште, као и земљиште у мочварама као што су тресети (Baritz, 1998).

Између XIV и XVII века велики део данашњих шума Централне Европе је приведено култивацији, што је условило, у неким случајевима, да OM у земљишту и као последица тога плодност, буду смањени. То је спречило унапређење профитабилног управљања земљиштем. Може се претпоставити да оваква земљишта, деградирана смањењем OM, имају велики потенцијал за акумулацију OM поновним пошумљавањем.

На просторима на којима је шума расчишћена Reffuess (1981) је утврдио губитке ОМ од 15-40 % у зависности од земљишта, форме хумуса и нивоа ОМ, техника мелиорација и типа вегетације, односно у зависности од врсте шуме којом је поновно пошумљено. Такође је закључио да губитак плодности земљишта има последице на укупни губитак азота.

У сваком случају треба рећи да су ретке процене потенцијала складишта ОМ у деградираном земљишту и природне првобитне вредности ОМ што показују и истраживања (Baritz, 1998). Систем који се користи за регенерацију и где се очекује да ОМ буде близу "природног" нивоа, представља мањи део шумског земљишта у Европи. Сађење четинара на месту букових шума и сеча дрвећа као чиста сеча са механичким сађењем плантажа дрвећа је била доминантна пракса у шумарству Централне Европе до осамдесетих година. Од тада, озбиљне штете у шумама (ново смањење шума) су поново иницирале стару традицију одрживог управљања шумама користећи екосистемски приступ пре него чист економски приступ одрживости. Овај садашњи тренд преовлађује у регенерацији шума са све више природних, аутохтоних врста дрвећа у шуми неуједначеној по години старости.

Може се закључити као највероватније да је коришћење четинара у подручјима са доминантном широко остављеном природном вегетацијом историјски допринело изношењу нутријената и губитку ОМ (Van-Camp et al., 2004).

Укупни ниво ОМ у шумског земљишту може бити у равнотежи, или у неким случајевима чак и повећан (Billett et al., 1990), зато што се више ОМ акумулира у шумском слоју (она је више осетљива на разградњу после комерцијалног проређивања или проређивања услед природних штета, услед снега или невремена, али такође и услед климатских промена) (Schlesinger and Lichter, 2001).

Оптimalан ниво органске материје за шумска земљишта

Тешко је тачно показати утицај ОМ на продуктивност шуме и стога је тешко одредити који ниво ОМ у земљишту је потребан да би се одржала природна продуктивност локалитета. Grigal и Vance (2000) су закључили након опсежног истраживања да ОМ у земљишту позитивно утиче на продуктивност шума са главном улогом да омогућава шуми да се суочи са лимитираним факторима на локалитету (н.пр. снабдевање азотом, или вода у земљишту са крупном текстуром).

Промене у начину коришћења шумског земљишта

Крчење шума (Deforestation)

Док је повећање садржаја ОМ у земљишту након конверзије обрадивог земљишта у шумско прилично споро, конверзија шумског земљишта у обрадиво обично узрокује губитке угљеника из

земљишта који су много бржи (Van-Camp et al., 2004). Величина промена је слична у обе конверзије и креће се између 40 и 60 % добитка или губитка (Guo and Gifford, 2002), док се губитак органског угљеника из земљишта процењује на 70 % након сече шума (Murty et al., 2002). Након сече шума прво се губи слој хумуса на површини шумског земљишта (Bunting and Lundberg, 1987), а он представља до 36 % укупне количине ОМ у шумском земљишту (Baritz et al., 1999).

Пошумљавање

Пошумљавање представља највећи потенцијал за секвестрацију угљеника, односно обнављање ОМ на деградираним пољопривредним локалитетима у Европи (Vesterdal et al., 2002). Ову чињеницу подржава истраживање које се односи на конверзију обрадивог земљишта у секундарну шуму (Guo and Gifford, 2002). Промена усева у пашњаке такође обезбеђује потенцијал за обнављање ОМ у земљишту, док пошумљавање пашњака обезбеђује само ограничени начин за унапређење повећања ОМ и уноса угљеника у земљиште (Halliday et al., 2003).

3.10 ПРОЦЕНА САДРЖАЈА ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ У ЗЕМЉИШТУ

Процена промена нивоа ОМ наводи да на обрадивом земљишту залихе ОМ генерално настављају да падају највероватније као резултат пољопривредне производње и промене у начину коришћења земљишта (Smith et al., 2005; Vleeshouwers and Verhagen, 2002; Freibauer et al., 2004). Да би се избегли губици ОМ из земљишта, прва фаза је одређивање тренутног статуса ОМ, као и идентификација узрока њеног смањења (Van Camp et al., 2004). За доносиоце одлука веома је важно да разумеју компоненте система управљања земљиштем које имају највећи утицај на количине ОМ у земљишту. У већини случајева ОМ је мерена као садржај хумуса у земљишту и затим је за добијање садржаја органског угљеника коришћен стандардни однос конверзије 1:1,724. Досадашња истраживања показују озбиљан недостатак геореференцираних података о количинама органског угљеника у земљишту на Европском и светском нивоу.

3.10.1 Глобална процена резерве органског угљеника у земљишту

Различити аутори су покушали да процене резерве органског угљеника у земљишту на глобалном нивоу са различитим резултатима (Табела 3). Ове процене су базиране на глобалној мапи земљишта и на информацијама о садржају органског угљеника у земљишту и других параметара

узетих са репрезентативних и других профила. Варијабилност је настала зато што су коришћене различите мапе земљишта и различити број профила. Sombroek и сар. (1993) су користили прерађену FAO UNESCO мапу земљишта света заједно са информацијама о земљишту са ограниченог броја профила (400) да би извршили процену од 1.200 Pg. Eswaran и сар. (1993) су користили мапу света главних региона земљишта ‘Major Soils Regions of the World Map’ и информације са 16.000 профила. Треба напоменути да су само 1.000 њих били из земаља изван Америке и само мало њих је било из тропских области. Batjes (1996) је урадио ажурирање процене коју је дао Sombroek користећи 4.353 профила узетих са много веће површине, скоро 2.000 профила су била из Африке и 1.000 из Азије. Истраживања Eswaran и сар. (1993) и Batjes (1996) су проценили значајну резерву органског угљеника у тропима (32 % и 26 % од глобалне процене) наглашавајући значај тропског резерву угљеника. Ипак, потребно је више информација о земљишту да би се повећала прецизност глобалне процене.

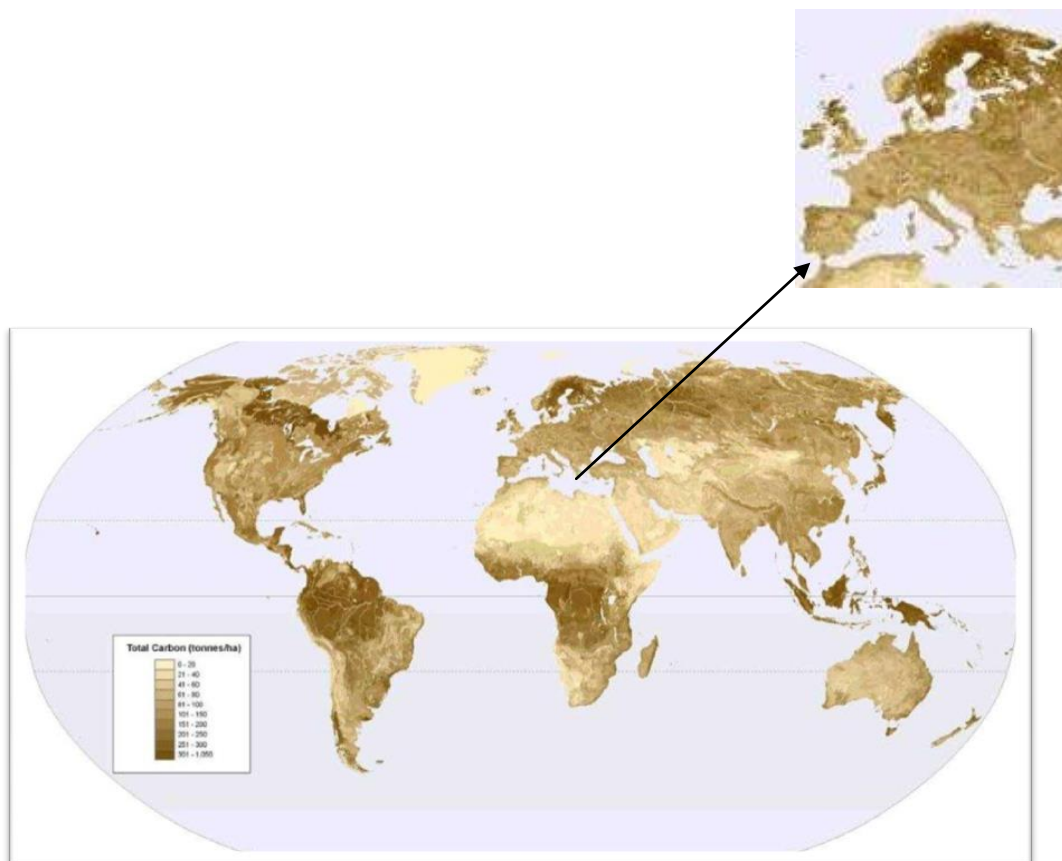
Табела 3. Глобална процена резерве угљеника у земљишту

Студија	Глобална процена угљеника у земљишту (Pg до дубине од 1m)
Post et al. (1982)	1.400
Buringh (1984)	1.427
Kimble (1990)	2.200
Sombroek et al. (1993)	1.220
Eswaran et al. (1993)	1.576
Batjes (1996)	1.462 – 1.548

3.10.2 Мапа резерве органског угљеника у земљишту

Оквирна Конвенција УН о климатским променама тренутно разматра подстицај за смањење емисије од крчења и уништавања шума у земљама у развоју. Емисије које настају услед промене намене земљишта, углавном због губитка шума, доприносе са око 17,4 % у укупним емисијама гасова стаклене баште (IPCC, 2007).

Глобалну мапу резерви угљеника у земљишту приказали су Scharlemann и сар. (2011) (Слика 3).



Слика 3. Мапа резерви угљеника у земљишту на глобалном нивоу (Scharlemann et al, 2011)

Мапа обезбеђује слику која може да буде корисна у дискусији Програма Уједињених Нација на смањењу емисија од губитка и уништавања шума у земљама у развоју, као и коришћењу земљишта, промени начина коришћења земљишта и шумарству. Значај глобалне мапе је да уз друге базе података, за потребе просторне анализе, прикаже како промене у резервама органског угљеника у земљишту имају везе са другим карактеристикама екосистема, као што је рецимо у погледу биодиверзитета или густине насељености, на глобалном или регионалном нивоу. Мапа такође може да служи као оквир анализа на националном нивоу.

3.10.3 Подаци за израду мапе и методологија

UNEP-WCMC (United Nation Environment Programme - Word Conservation Monitoring Centre) је радио на побољшању светске мапе резерви органског угљеника у земљишту коришћене у оригиналној публикацији "Carbon and biodiversity: a demonstration atlas" (Kapos et al., 2008). Највећа потреба је била да се побољшају сирови подаци о садржају органског угљеника у земљишту који су укључени у оригиналну мапу.

Хармонизована база података о земљишту на светском нивоу (The Harmonized World Soil Database HWSO) верзија 1.1 (FAO/IIASA/ISRIC/ISS-CAS/JRC, 2009) је коришћења за генерисање побољшане глобалне мапе процењене вредности органског угљеника у земљишту до 1 m дубине и номиналне просторне резолуције од 1 km (Scharlemann et al., 2011). Подаци су проверени у смислу квалитета, некоректни подаци су прилагођени, а недостајући су попуњени где је било могуће. Многи од ових података су базирани на површинама које су мапирани на основу FAO класификације из 1974. године, које имају много веће полигоне којима је извршена растеризација на 1 km резолуције. Ове процене рефлектују и начин коришћења земљишта у време када су подаци генерисани, али не узимају у обзир промене у начину коришћења земљишта.

Нова мапа резерви органског угљеника у земљишту је комбинована са мапом угљеника у биомаси развијене од стране Ruesch и Gibbs (2008) коришћењем IPCC Tier 1 методологије и глобалне базе земљишног покривача GLC2000.

Ажурирана глобална мапа има побољшања која су настала на основу података о угљенику у земљишту (IGBP-DIS, 2000) коришћених у оригиналној публикацији "Carbon and biodiversity: a demonstration atlas" (Kapos et al., 2008). Нова мапа обезбеђује бољи алат за визуализацију дистрибуције резерви угљеника које доминирају у појединим деловима света, као што је бореално тресетно земљиште и тропске мочваре.

3.10.4 Садржај органске материје у земљиштима Европе

Већина земљишта на европском континенту (EU-25) има дисбаланс садржаја OM који настаје као последица неадекватног коришћења и обраде земљишта (Smith et al., 2005). Европска мрежа за размену података о земљишту са базом у истраживачком центру у Италији (European Soil Data Center, JRC – European Commission) финансирала је прикупљање информација о земљишту више од десет година. Као резултат тога хомогенизовани и свеобухватни подаци о органској материји могу се екстраховати у размери 1:1.000.000.

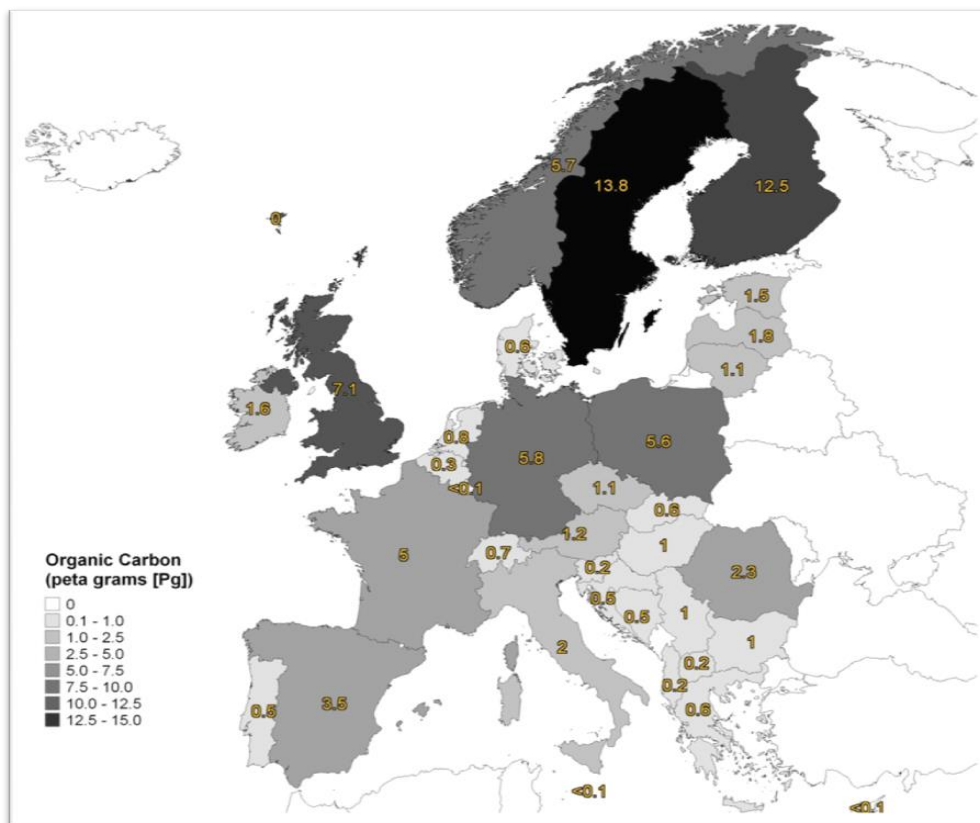
Садржај органског угљеника у земљишту је процењен на пан европској размери за земљишни слој до 30 cm дубине (Jones et al., 2004). Методологија која је коришћена за процену укључила је податке о земљишту, његовом начину коришћења и клими у циљу формирања посебних слојева који приказују квантитативни садржај OM у површинском слоју земљишта (Слика 4).

Посебне компоненте ове базе укључују полигоне који репрезентују мапирани површине земљишта (Soil Mapping Units (SMUs)). Ови просторни елементи су везани за базу података типова земљишта (Soil Typological Units - STUs) у форми једне и више веза.

Што се тиче података везаних за начин коришћења и покривност земљишта, они су добијени из сета података на основу CORINE Land Cover класификационог кода. На подручјима где подаци нису били генерисани, коришћене су друге базе података (US Geological Survey database). Финални слој одговара CORINE ниво 3 класификационом коду.

Варијација садржаја органског угљеника у земљишту у оквиру различитих климатских фактора је узимана у рачун као средње годишње акумулирана температура (average annual accumulated temperature - АААТ), изражена кроз дневне вредности °С. Подаци су узети са станица преко Global Historical Climatology Network – GHCN (Easterling et al., 1996).

Период коришћен за студију је 1970-1979. година зато што предходи периоду када су узорци земљишта у Енглеској и Италији, који су коришћени за верификацију резултата, узимани.



Слика 4. Садржај органског угљеника у површинском слоју земљишта 0-30 cm дубине (peta grams (Pg))

Параметри који су коришћени да би се израчунао корекциони коефицијент су детерминисани анализирајући промене у органском угљенику у подацима узоркованог земљишта у односу на АААТ (Jones et al., 2004).

Методологија коришћена за генерисање слојева података заснована је на комбинацији педо-трансфер правила (PTR) и педо-трансфер функција (PTF). Педо-трансфер правила су развијена на

основу PTR21 из базе података педо-трансфер правила (*Soil Geographic Database of Eurasia* (SGDBE)). Термин педо-трансфер функције (PTF) је први увео Bouma (1989) да опише статистичку зависност између лако мерљивих особина земљишта као што су садржај честица различите величине, запреминска маса, органски угљеник и други, и тешко мерљивих хидрауличних својстава земљишта. Педотрансфер правила дефинишу како да добијемо вредности за излазни атрибут на основу скупа вредности из броја улазних атрибута.

PTR21, које је предложио Van Ranst и сар. (1995) за дефинисање органског угљеника у површинским слојевима (OC_TOP), користи 6 инпут параметара и то три за земљиште, по један за текстуру, начин коришћења земљишта и температуру. Резултати за органски угљеник у површинским слојевима (OC_TOP) су према PTR21 дати у четири класе:

Веома низак < 1,0 %

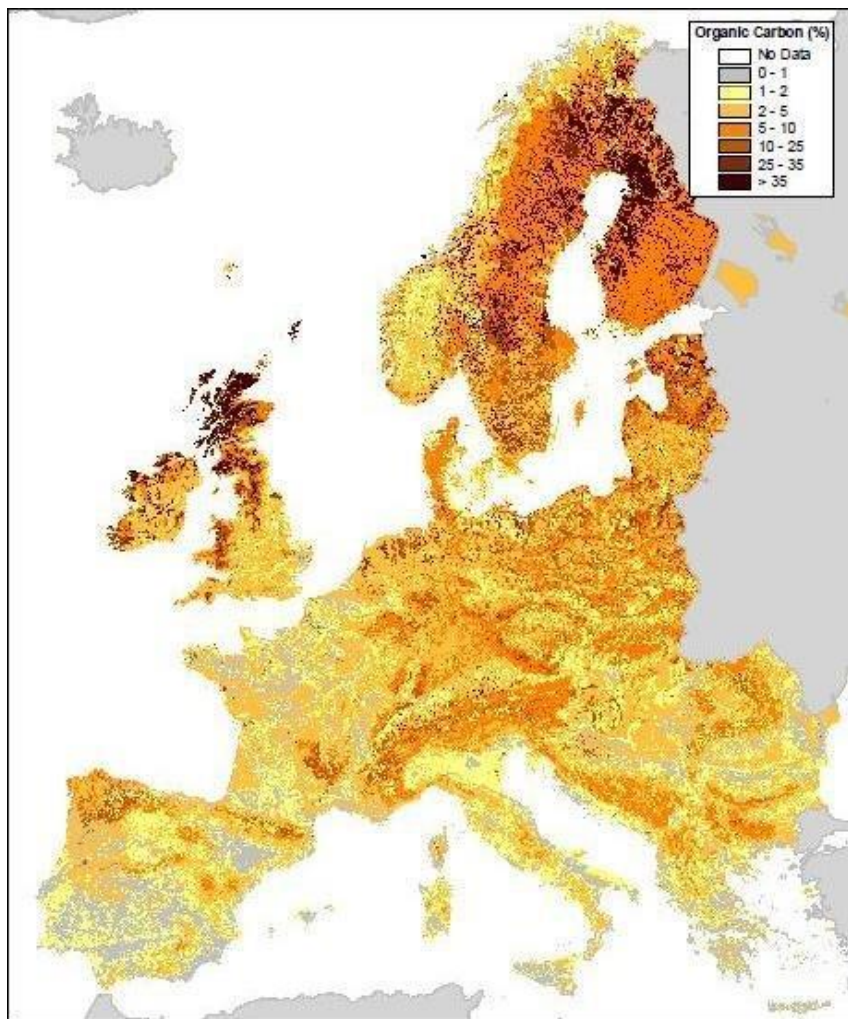
Низак: 1,01-2,0 %

средњи: 2,01-6,0 %

Висок: > 6,0 %

Да би извршили процену садржаја на пан европској размери, оригинални услови у оквиру система правила су ревидирани и допуњени. Допуна ових правила је рађена и због прилагођавања органском земљишту и тресету. Ревидирана педо-трансфер правила за садржај органског угљеника у површинским слојевима садрже 120 форми комбинација 5 земљишних параметара и параметара животне средине са излазом у једну од 6 класа садржаја органског угљеника у земљишту. Температура је као параметар искључена, и за прорачун се узима корекциони коефицијент (*TEMPcor*). Тиме је узета у обзир разлика у садржају ОМ услед разлика у температури.

Подаци који се односе на земљиште, покривност земљишта, климу и топографију су послужили за компилацију као стандард 1 km x 1 km растер сет података, да би се процесирали као просторни слојеви-лејери. Пројекција која је коришћена је Lambert Azimuthal Equal Area пројекција Eurostat GISCO базе података. Као резултат настала је основна мапа садржаја органског угљеника у површинском слоју земљишта Европе (Слика 5).



Слика 5. Садржај органског угљеника (%) у површинском слоју земљишта (Jones et al., 2004)

Да би се верификовали подаци добијени описаном методологијом вршено је поређење са измереним садржајем органског угљеника из истраживања земљишта у Уједињеном Краљевству и Италији. Подаци из Енглеске и Велса потичу из националног инвентара направљеног у периоду 1979-1983. године (McGrath and Loveland, 1992).

Резултати упоређивања мерења органског угљеника у земљишту са израчунатим (моделираним) вредностима на мапи Садржаја органског угљеника (Слика 5) су веома охрабрујући, не само због детаљне квантификације органског угљеника у земљишту на европском нивоу, него и због демонстрирања могућности коришћења просторних база података да би се генерисали стандардизовани слојеви са подацима који могу бити калибрисани са актуелним мерењима где су она доступна. Статистички однос је веома значајан и доказан за два различита региона Европе – северозападни и јужни. Осим тога, педо-трансфер правила развијена у оквиру пројекта обезбеђује чврст основ за екстраполацију и потенцијал за анализу сценарија.

Главна разлика у овој студији, у поређењу са оним урађеним у предходном периоду, је развој софистицираних педо-трансфер правила која су примењена на детаљним (1:1.000.000 размера) хармонизованим просторним подацима о земљишту који тренутно постоје за Европу и обрађеним директно користећи просторни домен, што је омогућено развојем хардверских и софтверских технологија.

Унапређење *Мапе садржаја органског угљеника у површинском слоју у Европи* треба да буде извршено у блиској будућности, користећи измерене податке из других подручја у Европи и на читавом низу категорија начина покровности земљишта. Подаци добијени у оквиру овог истраживања омогућиће верификацију резултата добијених израдом *Мапе садржаја органског угљеника у земљишту Европе* и представљаће основу за израду нове мапе садржаја органског угљеника у Европи.

Такође има простора и за унапређење дефинисаних параметара који су коришћени за корекцију температуре који су углавном постављени емпиријски и базирани су само на генералном односу (Jones et al., 2004).

Јасно је из *Мапе садржаја органског угљеника у земљишту у Европи* да земљишта у северним земљама садрже пропорционално већи садржај органског угљеника (и ОМ) него она у Јужној Европи. Осим тога, подручја где је израчунати садржај органског угљеника мањи од 1 %, треба да се посматрају као нарочито осетљива према другим начинима деградације и треба да се њима управља веома пажљиво у будућности.

3.10.5 Процена садржаја органског угљеника у подповршинским слојевима

Анализа профила земљишта који су обрађени показују да подповршински слојеви садрже значајан ниво органског угљеника. Процењено је да слој земљишта од 30-100 cm дубине садржи једнаку количину органског угљеника као и површински слој (Batjes, 1996; FAO, 2001; Jobbagy and Jackson, 2000). Истраживана је могућност како да се унапреди постојећа методологија да би се омогућила процена садржаја органског угљеника и у дубљим слојевима до 100 cm. Истраживања су ишла у правцу развоја функције која повезује садржај органског угљеника у површинским слојевима са садржајем у подповршинским слојевима.

3.11 ПРОГРАМИ ИСПИТИВАЊА САДРЖАЈА ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ

Интернационални програм који обухвата мониторинг утицаја загађења ваздуха на шуме (ICP Forest), обухватио је испитивање земљишта, укључујући испитивање ОМ у грид систему 16x16 km.

Поредећи податке добијене из Програма ICP Forest ниво I са европском базом података за земљиште, закључено је да је ограничена упоредивост и компарабилност ових сетова података (Van Camp et al., 2004. по Wiedermann-y et al., 2001). Коришћењем педо-трансфер правила Van Ranst и сар. (1995) изводе дистрибуцију органског угљеника у Европи. Њихови резултати показују да 45 % земљишта Европе има низак или веома низак садржај органског угљеника, док 40 % има средњи ниво садржаја. Овакав приступ није дао добре резултате за подручје Јужне Европе, односно коришћени критеријуми не представљају добар однос за израчунавање садржаја органског угљеника на овом простору. Zduli и сар. (2004) су проценили садржај у оквиру две класе: $OC \leq 2$ % и $OC \geq 2$ %. Резултати показују да 74 % земљишта у Јужној Европи у површинском слоју има мање од 2 % садржаја органског угљеника, односно 3,4 % ОМ. Група за Геохемију Форума директора европских геолошких испитивања (Forum of European Geological Surveys Directors - FPREGS) је истраживањем у 26 европских земаља, на 925 локалитета утврдила да је садржај укупног органског угљеника узоркован углавном у шумским и планинским пашњацима, релативно висок (>4 % ТОС) у Ирској, Уједињеном Краљевству, Шведској, Финској, Естонији, Немачкој, Холандији, Словачкој, Швајцарској, делу Аустрије, Француске, Португала, Италије, Грчке и Норвешке. Садржај је релативно низак у Пољској, северној Норвешкој и Шведској, Данској и централној Француској (Van-Camp et al., 2004). Земљиште је испитивано и у балтичким земљама (Baltic Soil Survey) на 748 локалитета, при чему се резултати садржаја ОМ приказују као индикатор *Губитак сагоревањем*, одређиван на температури 1030 °C (Reimann et al., 2003). Jones и сар. (2005) су у оквиру својих истраживања израчунали да се 0,6 % угљеника из земљишта у европским терестријалним екосистемима губи годишње. Smith и сар. (2006) приказују пројектоване промене угљеника у земљишту у шумским екосистемима у периоду 1990-2100. године користећи моделе, при чему није укључено подручје Републике Србије. Испитивање на подручју наше земље је показало да је у периоду од 14 година утврђено смањење органског угљеника у земљиштима Срема од 0,68 % (Нешић и сар., 2008). У истом периоду установљено је повећање садржаја органског угљеника у Јужној Бачкој од 0,24 % (Nešić et al., 2009). Многобројне студије на националном нивоу спровођене су у европским земљама, при чему су коришћени и модели за процену ризика за смањење концентрације ОМ у земљишту (EPIC, ROTH-C, DNDC, CANDY-Carbon balance). Ови модели користе различите параметре и временску динамику за процену ризика у зависности од расположивих података.

У циљу утврђивања плодности земљишта на територији Републике Србије спроводе се испитивања којима се утврђује садржај хумуса у пољопривреденом земљишту, а која се реализују преко овлашћених пољопривредних стручних служби и стручних институција кроз Пројекат "Систематска контрола плодности обрадивог пољопривредног земљишта" Министарства

пољопривреде и заштите животне стедине и Покрајинског секретаријата за пољопривреду, водопривреду и шумарство.

На основу података добијених у оквиру систематске контроле плодности у 2013. години израчунат је садржај органског угљеника у површинском слоју земљишта на простору Републике Србије. Анализом 52.984 узорака пољопривредног земљишта у 2013. години у оквиру контроле плодности може се закључити да највећи број узорака (54,21 %) има низак садржај органског угљеника (1,01-2,0 %). Средњи садржај органског угљеника (2,01-6,0 %) има 32,96 % узорака, док веома низак садржај (<1 %) има 12,83 % узорака (Видојевић и сар., 2015). Препорука дата у оквиру анализа спроведених у периоду припреме Европске Тематске Стратегије за заштиту земљишта је да се у земљама са неадекватним сетом података о нивоу ОМ у земљишту неодложно имплементирају програми узорковања, да би се одредио базни статус (Van-Camp et al., 2004).

3.12 ВЕРТИКАЛНА ДИСТРИБУЦИЈА ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ

Опадање залиха органског угљеника са порастом дубине је позната чињеница установљена у многим ранијим истраживањима, као и у неким новијег датума (Civeira et al., 2012). Највише органског угљеника је ускладиштено у површинском слоју земљишта, где је вероватно да ће се брзо трансформисати (Breulmann, 2011). Органски угљеник из подповршинских хоризоната је мање изложен оксидацији и важан је за очување залиха органског угљеника у земљишту.

На основу истраживања вертикалне дистрибуције органског угљеника у земљишту у оквиру два слоја земљишта: површинског од 0-30 cm и подповршинског од 30-100 cm (Hiederer, 2009) може се закључити да дистрибуција органског угљеника у подповршинским слојевима није искључиво повезана са дистрибуцијом у површинским слојевима. Док се ниво промене садржаја органског угљеника може описати линеарном функцијом користећи логаритамску трансформацију за дубину, пронађено је да правац промена зависи од више параметара. У минералним земљиштима садржај органског угљеника генерално опада са дубином, док код органских земљишта он расте са дубином. Пронађено је да ниво промене значајно зависи од начина коришћења земљишта, односно покривности.

За земљишта под шумама пронађена је тенденција бржег опадања садржаја органског угљеника од површинских до подповршинских слојева, што је условљено углавном органским горњим слојевима. У просеку садржај органског угљеника у подповршинским слојевима земљишта под шумама је приближно 25-30 % од његовог садржаја у површинским слојевима. Што се пашњака тиче, генерална промена садржаја органског угљеника са дубином се може поредити са оном код

шумског земљишта, али са великим варијабилитетом за површинске слојеве код две различите базе података које су коришћене.

Испитивање утицаја дубине земљишта на коефицијент промене садржаја органског угљеника са дужином показало је да је тренд опадања садржаја органског угљеника у дубљим земљиштима пре последица опадања променљивости садржаја за дубља земљишта, него индикатор односа коефицијента промене садржаја органског угљеника са дужином и садржаја органског угљеника у подповршинским земљиштима за поједине профиле.

Иста студија је показала да је утицај садржаја глине у подповршинским слојевима на коефицијент који описује ниво промене садржаја органског угљеника са дужином, посматрајући обједињене податке, показује опадање променљивости коефицијента са садржајем глине. Када су испитивани поједини узорци пронађено је јако опадање променљивости садржаја органског угљеника у подповршинским слојевима када коефицијент промене садржаја глине са дужином расте. За ову студију коришћене су четири различите базе података (Hiederer, 2009).

3.13 БУДУЋЕ ПРОМЕНЕ САДРЖАЈА ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ

Предходне дуготрајне експерименталне студије су показале да је ОМ у земљишту веома осетљива на промену у начину коришћења земљишта. Промена из природних екосистема као што су шуме у пољопривредне системе скоро увек резултира у губитку органског угљеника (Jenkinson and Rayner, 1977; Paul et al., 1997). Начин на који се управља земљиштем праћено променом начина коришћења земљишта такође може изазвати промене резерви органског угљеника у земљишту. Дакле, ми имамо могућност да у будућности променимо начин коришћења земљишта и стратегије управљања земљиштем које воде повећању резерви органског угљеника у земљишту и тиме ублажавају ефекат гасова стаклене баште и побољшавају плодност земљишта.

Управљање обрадивим земљиштем може бити такво да или смањује губитке органског угљеника кроз, рецимо смањење обраде земљишта и коришћењем покровних усева, или на начин који повећава унос угљеника, као што је инкорпорација остатака усева или повећање коришћења органског ђубрива. Cole и сар. (1997) су проценили историјске губитке угљеника из земљишта услед узгајања усева на ~ 55 Pg. Они су нагласили да под претпоставком да пола ове вредности може да буде надокнађено, глобални потенцијал за секвестрацију угљеника у обрадивом земљишту адекватним управљањем може да буде између 20-30 Pg наредних 50-100 година. Пашњаци такође имају потенцијал да секвестрирају угљеника правилним управљањем. Ogle и сар. (2004) су анализирали 45 студија и нашли да је лоше управљање пашњацима које води деградацији повезано

са губитком органског угљеника 3-5 % посебно у умереним и тропским регионима. У супротном, променом стратегије управљања може да се повећа садржај органског угљеника до 14-17 % у умереним и тропским регионима посебно.

Ниво промене коришћења ОМ је највећи у тропским крајевима, где расте потреба за пољопривредним земљиштем како расте број становника. Пољопривреда у тропским регионима тренутно храни 70 % светске популације (Lal and Sanchez 1992).

Већина ових потреба ће бити задовољена конверзијом природних екосистема у обрадиво земљиште или пашњаке, ослобађајући угљеник из земљишта у атмосферу (Batjes and Sombroek, 1997). Лоше управљање земљиштем које је променило намену може водити даљим губицима органског угљеника у земљишту и евентуалној деградацији земљишта. Упркос значају тропских подручја који се односи на проценат глобалне резерве органског угљеника у земљишту који имају, и осетљивости истих, још увек немамо довољно информација о земљиштима у овим регионима у односу на коришћење и на управљање. Исто се може рећи и за сушне пределе који имају релативно низак ниво резерве ОМ по јединици површине, али су глобално значајни зато што заузимају релативно велико подручје (47,2 %) (Lal, 2003).

У циљу адекватне промене у управљању и коришћењу земљиштем у будућности на глобалном нивоу, потребно је обезбедити информације које се односе на резерве органског угљеника у земљишту тамо где недостају, као и оне које се односе на факторе који их одређују у тропским и сушним пределима.

3.13.1 Моделирање промена садржаја органског угљеника у земљишту

Поједине студије су користиле моделе са просторним подацима да би проценили промену резерве органског угљеника на националном нивоу и ниже за подручја Америке и Европе (Paustian et al., 1997; Falloon et al., 1998) и на нивоу вододелнице (watershed) за подручје Мексика и Кубе (Ponce Hernandez, 2004). Свакако остала је потреба за моделом који је опште примењив, који би обухватио широки ранг типова земљишта, климе и начина коришћења земљишта. Процену резерви органског угљеника у земљишту и праћење његове промене на националном нивоу вршио је GEFSOC Project Team развијањем модела који користи податке из 4 различита еко-региона (Бразил-Амазон, Јордан, Кенија и део Индије) са националним сетовима података за земљиште, климу, начин коришћења и управљања земљиштем у стандардизованој форми. У оквиру пројекта "Assesment of soil organic carbon stocks and change at national scale" (Milne et al., 2006) развијено је средство за глобално моделирање органског угљеника у земљишту, као одговор за процењену потребу.

4. РАДНА ХИПОТЕЗА

Прегледом литературе установљено је да не постоје свеобухватни подаци са којима је могуће проценити резерве органске материје изражене преко садржаја органског угљеника у земљишту на подручју Републике Србије. Постојећи подаци су често неупоредиви и приказују стање на ограниченом подручју земље, што онемогућава целовиту процену садржаја ОМ на националном нивоу. Истраживање полази од претпоставке да резерва ОМ, изражена као садржај органског угљеника у земљиштима Републике Србије, зависи од типа земљишта, начина коришћења земљишта, климатских елемената и надморске висине и морфометријских карактеристика рељефа.

Прва претпоставка је да се типови земљишта разликују између себе у погледу садржаја ОМ. Претпоставка је и да ће исти типови земљишта показати исте или сличне квантитативне карактеристике органског угљеника без обзира на просторну удаљеност, будући да су настали под утицајем истих или сличних педогенетских фактора и карактеришу их исти или слични педогенетски процеси.

Такође се пошло од претпоставке да ће се земљишта разликовати у зависности од начина коришћења у квантитативним карактеристикама органског угљеника.

За утврђивање зависности садржаја органског угљеника у земљишту од основних климатских елемената - средње годишње температуре ваздуха и количине падавина пошло се од претпоставке да постоји јака зависност између садржаја органског угљеника у земљишту и климатских елемената и да садржај органског угљеника расте са порастом надморске висине.

Утврђивањем односа између базног статуса ОМ у земљишту и типа земљишта, начина коришћења земљишта, климе и морфометријских карактеристика рељефа добиће се основа за процену њиховог утицаја на резерве ОМ у земљишту, што ће омогућити издвајање подручја са ризиком од губитка ОМ.

Резултати истраживања ће представљати основ за израду методологије за израду индикатора којим се прати садржај ОМ на подручју Републике Србије, као и мониторинг програма за праћење садржаја ОМ у земљишту.

5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ РАДА

5.1 ИЗРАДА БАЗЕ ПОДАТАКА

5.1.1 Израда базе података педолошких профила

Истраживања спроведена у циљу израде докторске дисертације су имала вишегодишњи карактер. У периоду 2009-2011. године формирана је база података која је била основа за даља истраживања. Она је имала за циљ да обједини постојеће доступне податке и да их прилагоди форми коју је база захтевала. База података обухвата укупно 1.363 локалитета/профила са параметрима који их описују (Табела 4 и 5). Потребан број параметара за израчунавање резерве органског угљеника у земљишту у t/ha био је доступан на укупно 1.140 локалитета, док је за израчунавање садржаја органског угљеника у земљишту у % потребан број параметара био доступан на свих 1.363 локалитета/профила.

Табела 4. Параметри који описују профил

Ознака	Опис
Profile_id	Идентификациони број локалитета
WRB_GRP	WRB код референтне групе
WRB_ADJ1	WRB опис земљишта (code 1)
WRB_ADJ2	WRB опис земљишта (code 2)
WRB_SPE	WRB soil unit specifier code
FAO_MG	Код по FAO класификацији
FAO_UNI	Код типа земљишта
Code_national	Тип земљишта по националној класификацији
Profile_mat	Геолошка подлога
Profile_obst	Дубина препреке за коренов систем
Profile_sm_X	X- координата локалитета на коме је узорковано земљиште
Profile_sm_Y	Y- координата локалитета на коме је узорковано земљиште
Profile_sm_alt	Надморска висина локалитета
Profile_sm_dep_w	Средња дубина воденог слоја
Profile_hor_num	Укупан број хоризоната по једном профилу (локалитету)
Methods of land use	Начин коришћења земљишта

Табела 5. Параметри који се односе на хоризонте

Ознака	Опис
Profile_id	Идентификациони број локалитета
Profile_hor	Код хоризонта
Profile_hm_top	Почетна дубина хоризонта cm
Profile_hm_bot	Завршна дубина хоризонта cm
Profile_hm_clay	Садржај глине (%)
Profile_hm_clayQ1	Лабораторија и година анализе
Profile_hm_clayQ2	Процењени квалитет анализе
Profile_hm_silt	Садржај праха (%)
Profile_hm_siltQ1	Лабораторија и година анализе
Profile_hm_siltQ2	Процењени квалитет анализе
Profile_hm_sand	Садржај песка (%)
Profile_hm_sandQ1	Лабораторија и година анализе
Profile_hm_sandQ2	Процењени квалитет анализе
Profile_hm_stgr	Појава камена и шљунка и величина
Profile_hm_stgrQ1	Лабораторија и година анализе
Profile_hm_stgrQ2	Процењени квалитет анализе
Profile_hm_om	Садржај органске материје (%)
Profile_hm_omQ1	Лабораторија и година анализе
Profile_hm_omQ2	Процењени квалитет анализе
Profile_OC_30	Садржај органског угљеника до дубине од 30 cm (t/ha)
Profile_OC_100	Садржај органског угљеника до дубине од 100 cm (t/ha)
Profile_OC_30	Садржај органског угљеника до дубине од 30 cm (%)
Profile_OC_100	Садржај органског угљеника до дубине од 100 cm (%)
Profile_hm_hum	Садржај хумуса (%)
Profile_hm_humQ1	Лабораторија и година анализе
Profile_hm_humQ2	Процењени квалитет анализе

База података педолошких профила земљишта обухватила је податке из педолошке карте Републике Србије, као и податке из низа различитих новијих истраживања. Основа за израду дигиталне педолошке карте Републике Србије је педолошка карта Војводине, коју је издао Институт за пољопривредна истраживања у Новом Саду 1971. године, као и Педолошка карта централног дела Републике Србије коју је издао Институт за проучавање земљишта у Београду, у периоду од 1964. године. Карте су рађене у размери 1:50.000. База садржи сет података за педолошке профиле који обједињује истраживања спроведена од 1960. године до данас (Антоновић и сар., 1968.; Антоновић и сар., 1974.; Антоновић и сар., 1975.; Антоновић и сар., 1976.; Танасијевић и сар., 1965.; Танасијевић и сар., 1966.; Антоновић и Мрвић, 2008). База података садржи анализе које су рађене у дужем низу

година (период 1962-2010). Од укупног броја локалитета 38,6 % је из периода 1962-1970. године, 16 % из периода 1971-1980. године, 7,5 % из периода 1981-1990. године, 15,3 % из периода 1991-2000. године и 22,6 % из периода 2001-2010. године.

5.1.2 Прилагођавање дигиталне педолошке карте WRB класификацији

За потребе истраживања у оквиру ове дисертације и утврђивања зависности садржаја органског угљеника од типа земљишта, коришћена је WRB класификација описана према IUSS Working Group WRB (2007), национална и FAO класификација. Систем WRB (World Reference Base For Soil Resources, 2007) класификације настаје у периоду када је одлучено да светска FAO/UNESCO карта земљишта (FAO/UNESCO Soil Map of the World) буде основа за будући развој Међународне референтне базе за класификацију тла (IRB - International Reference Base for Soil Clasification), а исте године (1992) је Међународна референтна база (IRB) преименована у Светску референтну базу о ресурсима земљишта (WRB - World Reference Base For Soil Resources) (Ресуловић и сар., 2008). Прва службена верзија WRB објављена је на 16. Светском конгресу наука о тлу 1998. године. На истом конгресу овај систем је прилагођен за међународну комуникацију од стране Међународне уније за проучавање земљишта (IUSS-International Union of Soil Sciences). Друго издање је објављено 2006. године у циљу помоћи међусобном разумевању и комуникацији научника из ове области. Управо је ово разлог дефинисања садржаја резерви органског угљеника у земљишту у оквиру ових истраживања према референтним групама WRB класификације.

WRB је систем даје могућност усклађивања и обједињавања националних класификација за регионалне потребе. Он се састоји од два реда (нивоа) категорија: референтне базе (Reference Base), која је ограничена на први ниво и има 32 референтне групе земљишта и WRB класификационог система (WRB Classification Sistem) који се састоји од комбинације одредница (префикса и суфикса) који су прецизно дефинисане и које се додељују називу референтне групе земљишта и на тај начин омогућавају веома прецизну карактеризацију и класификацију појединих земљишних профила.

Принципи на којима је заснован WRB систем класификације веома су блиски принципима на којима се заснива национална педолошка класификација (Шкорић и сар., 1985). Основни принципи класификације Шкорић и сар. (1985) су следећи:

1. Класификација је базирана на својствима земљишта, а не на спољним условима њиховог настанка. Својства која се узимају као основа за разврставање морају бити морфолошки изражена и лако мерљива, при чему се у великој мери користе квантитативни показатељи и својства која служе за дијагностицирање. Хоризонти су прецизно дефинисани.

2. Класификација је морфолошко-генетска, води рачуна о еволуцији земљишта. Обједињавање типова у више категорије врши се на генетско-еволуционој основи.
3. Тип представља основну јединицу класификације и подела на типове и више категорије извршена је на основу јединствених критеријума, а за поделу типова на ниже категорије (подтипове, варијетете, форме) критеријуми нису уједначени и користе се различите особине земљишта.

Типови земљишта према националној класификацији (Шкорић и сар., 1985) представљени у Педолошкој карти Републике Србије су за потребе истраживања преведени, односно усклађени са WRB класификацијом и добијена је карта која садржи 15.437 полигона "map unit". Дефиниција "map unit" према Vernoux и сар. (2002) је појединачни полигон на дигиталној мапи. Сви полигони су обједињени у осамнаест WRB група. У Табели 6 су приказане површине и удео WRB референтних група земљишта добијен на основу дигиталне педолошке карте Републике Србије.

Табела 6. Удео WRB референтних група земљишта на основу анализе дигиталне мапе земљишта Републике Србије

WRB референтна група	Површина	
	ha	%
Anthrosol	11.519	0,15
Arenosol	55.836	0,72
Calcisol	27.284	0,35
Cambisol	2.168.581	27,99
Chernozem	1.369.962	17,68
Fluvisol	586.221	7,58
Gleysol	484.545	6,25
Histosol	442	0,01
Leptosol	1.231.952	15,90
Luvisol	219.583	2,83
Phaeozem	72.840	0,94
Planosol	429.472	5,54
Podzol	34.313	0,44
Regosol	168.689	2,18
Solonchak	25.022	0,32
Solonetz	85.858	1,11
Umbrisol	130.593	1,69
Vertisol	644.689	8,32
Total	7.747.401	100,00

5.2 ОПИС АНАЛИТИЧКИХ МЕТОДА

Одређивање садржаја хумуса рађено је методом Турин-а оксидацијом ОМ (ЈДПЗ, 1966). Одређивање механичког састава земљишта пипет методом, припрема узорака са Na-пирофосфатом по Thun-у, а текстурна класа одређена је на основу класификације по Tommerup-у (Thun et al., 1955; ЈДПЗ, 1997).

Запреминска маса земљишта одређена је цилиндрима по Кореском запремине 100 cm^3 (ISO 11272). Природно-ненарушени узорак земљишта узет цилиндром по Кореском суши се у сушници на $105 \text{ }^\circ\text{C}$ до константне масе. Маса узорка се подели са запремином 100 cm^3 и добије запреминска маса, односно густина земљишта у природном стању.

5.3 ГЕНЕРИСАЊЕ ПОДАТАКА О ЗАПРЕМИНСКОЈ МАСИ

Запреминска маса земљишта је особина земљишта која се испитује узимањем узорака у непоремећеном стању цилиндрима Кореског. Овај начин узимања узорака се не обавља увек и има пуно података о земљиштима у којима недостаје и податак о запреминској маси. Податак о запреминској маси се може генерисати и на основу других испитиваних особина земљишта.

Запреминска маса се генерише на основу података о различитим механичким фракцијама земљишта и података о ОМ. Постоји велики број модела (Saxton et al., 1986; Vereecken et al., 1989; Van Genuchten and Leij, 1992; Gijsman et al., 2002; Pachepsky and Rawls, 2005) помоћу којих се генеришу подаци о запреминској маси, као и подаци о водно-физичким особинама земљишта. Комплексност и прецизност модела зависи од броја механичких фракција које се у механичкој анализи испитују, а које чине део модела.

Велики број модела који су развијени у последњих 20-так година је коришћено за развој софтвера за одређивање особина земљишта од којих су најпознатији SOILPAR (Acutis and Donatelli, 2003) и ROSETA (Schaap et al., 2001). Примена ових софтвера је ограничена бројем података који се уносе. Тако да иако постоји велики број модела за добијање процена вредности запреминске масе и водних особина земљишта, у нашем случају ми смо били ограничени на коришћење само једног модела. Разлог за коришћења модела Saxton-а и Rawls-а (Saxton and Rawls, 2006) је тај што он захтева за унос само три податка: процентуално учешће песка и глине и садржај ОМ у земљишту, уз помоћ чијих вредности се добијају вредности водних особина земљишта, а преко низа прелазних прорачуна се добијају и вредности запреминске масе земљишта. Читав модел је у ствари сет од 24 једначине које су добијене на основу статистичких прорачуна

урађених на основу 2.000 узорака из А — хоризонта и 2.000 узорака из подповршинског хоризонта. Остали модели захтевају издвајање далеко више фракција у механичкој анализи и самим тим далеко већи број података који се уносе. Модел Saxton-а и Rawls-а је коришћен за израчунавање података о запреминској маси у оним узорцима земљишта где су они недостајали. Ова једначина је нашла примену у оквиру SPAW хидролошког модела (Saxton et al., 2006), као и у оквиру модела за раст биљака CropSyst (Stöckle et al., 2003). Као и код свих других модела из ове области, недостаци се сусрећу када се у земљишту налазе изузетно високе вредности фракција песка и глине, односно код земљишта изузетно лаког и изузетно тешког механичког састава.

5.4 СТАТИСТИЧКА ОБРАДА ПОДАТАКА

Ради сагледавања и утврђивања зависности садржаја органског угљеника од климатских елемената и надморске висине, WRB референтне групе земљишта, начина коришћења земљишта, геоморфологије терена и у анализи података у оквиру испитивања садржаја органског угљеника на ораницама и пашњацима, коришћена је статистичка анализа података.

Основни статистички подаци су добијени коришћењем Microsoft Excel 2003 који је део програмског пакета Microsoft Office. За потребе истраживања израчунати су следећи параметри статистике: средња вредност односно аритметичка средина (\bar{x}), стандардна девијација (σ) као мера дисперзије у основном скупу која нам говори колико у просеку елементи скупа одступају од аритметичке средине скупа и коефицијент варијације (V) као релативна мера дисперзије изражена у %.

Коефицијент варијације користи се као репрезент односа стандардне девијације и аритметичке средине. Већи коефицијент варијације показује већу распршеност, односно мању репрезентативност аритметичке средине. За вредности $V < 50\%$ аритметичка средина је довољно репрезентативна, а за вредности $V > 50\%$ аритметичка средина није довољно репрезентативна (Цветковић, 2006).

За поређење резултата добијених анализом садржаја органског угљеника на ораницама и пашњацима на нивоу Европе и Републике Србије коришћена је и медијана, као вредност која се налази тачно на средини, када се варијетети поређају у растућем редоследу и сваки наведе онолико пута колика му је фреквенција.

Вишеструка регресиона и корелациона анализа података рађена је за подручје централне Србије које обезбеђује различите физичко-географске факторе и довољну дистрибуцију података који се односе на надморске висине. Подручје Војводине није могло бити обухваћено јер

локалитети на овом подручју имају минималну разлику у надморским висинама, што представља основни услов анализе.

У циљу тумачења односа садржаја ОМ у земљишту и осталих испитиваних параметара урађена је регресиона и корелациона анализа. Степен до којег су X променљиве повезане са зависном (Y) променљивом, односно информацију колико је зависна променљива условљена вредностима независно променљиве, а колико другим факторима, може се изразити корелационим коефицијентом R . Коефицијент детерминације (R^2) са вредностима од 0 до 1 показује јачину везе између две променљиве. Он представља показатељ репрезентативности регресије. Што је коефицијент ближи јединици, корелација је јача. Коефицијент детерминације најлакше се израчунава као други степен коефицијента прости линеарне корелације:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^{rac} - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})}, \quad 0 \leq R^2 \leq 1$$

Статистичка зависност садржаја органског угљеника у земљишту од начина коришћења земљишта, референтне групе земљишта, дубине земљишта, средње годишње температуре, средње годишњих количина падавина и надморске висине рађена је за референтне групе које заузимају највећу површину посматрајући територију централне Србије и то за референтну групу Cambisol (која заузима 37,76 % територије), затим Leptosol (која заузима 22,22 % територије) и довољног броја локалитета који су били потребни за анализу.

Анализа података садржаја органског угљеника у земљишту извршена је уз помоћ статистичког пакета IBM SPSS statistics 20. Прво су израчунати показатељи дескриптивне статистике како би се добила општа тенденција варијабилитета органског угљеника у земљишту у различитим екстерним условима.

Значајност утицаја начина коришћења земљишта, референтне групе земљишта и дубине земљишта на садржај органског угљеника спроведена је методом анализе варијансе за трофакторијални оглед за ниво ризика 5 % и 1 %.

Релативна зависност особина је измерена Pearson-овим коефицијентом корелације, који су тестирани на нивоу значајности 5 % и 1 %.

На прикљупљеним експерименталним подацима примењена је кластер анализа (анализа груписања) испитиваних начина коришћења земљишта и референтних група у групе (кластере), тако да су јединице унутар групе међусобно сличне, а између група знатно различите. Јединице посматрања се групишу у кластере на основу мера блискости које се дефинишу на основу њихових карактеристика. Стога је прво на основу улазне матрице података $n \times p$ формирана матрица блискости

$n \times n$ чији елементи мере степен сличности или разлике између свих парова јединица посматрања из матрице података. У литератури је дефинисан релативно велики број мера одстојања, а ми смо у раду применили квадратну Еуклидску меру одстојања, а на основу израза:

$$d_{ij}^2 = \sum_{k=1}^p (X_{ik} - X_{jk})^2 \quad (1)$$

Процедуром просечног повезивања WPGMA (*Weighted Pair-Group Method*) добијена је хијерархијска класификација:

$$D(O_i, O_j) = \sum d_s / n_i n_j \quad (2)$$

Ова метода узима у обзир информације о свим паровима посматраних јединица између два кластера (Малетић, 2000; Ковачић, 1994). Резултате хијерархијске класификације дао је дендрограм груписања испитиваних референтних група земљишта и начина коришћења на дубинама до 30 cm и 100 cm.

За испитивање зависности садржаја органског угљеника од испитиваних променљивих: средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине дефинисани су модели вишеструке (Multiple) линеарне регресије (Хацивуковић, 1991):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon \quad (3)$$

где је: Y – зависна променљива

x_1, x_2, \dots, x_n – независне променљиве

β_0 – константа (intercept)

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ – коефицијенти за независне променљиве

За ову сврху анализе дефинисана је стандардна вишеструка линеарна регресија, која се врло често користи и која ће оценити предиктивну моћ сваке независне променљиве на садржај органског угљеника у земљишту.

Мултиколинеарност је проверена коефицијентом нивоа толеранције и фактором пораста варијансе - VIF (variance inflation factor).

5.4.1 Утврђивање зависности садржаја органског угљеника у земљишту од климатских елемената и надморске висине

Покушај утврђивања статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту и основних климатских елемената (средње годишње температуре ваздуха и количине падавина) и надморске висине резултовао је потврђивањем чињенице да везе које се успостављају између

климатско-географских фактора и садржаја органског угљеника у земљишту бивају јасне и објашњиве тек ако су установљене на мањим површинама. Наиме, за потребе дефинисања статистичке зависности у истраживању се кренуло од метеоролошких станица на којима се прате метеоролошки елементи дужи низ година. Изабрано је девет метеоролошких станица и то:

1. Палић
2. Сомбор
3. Нови Сад
4. Сремска Митровица
5. Београд
6. Лозница
7. Ваљево
8. Крагујевац
9. Димитровград

На изабраним метеоролошким станицама температура ваздуха и количина падавина мере се од 1951. године, осим на станици Лозница где се ови метеоролошки елементи мере од 1952. године. За потребе утврђивања зависности садржаја органског угљеника у земљишту од количине падавина и температуре прикупљени су подаци за сваку станицу који се односе на надморску висину, месечну количину падавина, годишњу суму падавина, средње месечне температуре ваздуха и нормале које се односе на период 1961-1990. Сви подаци су прикупљени за период 1951-2011. година. Након тога покушали смо да утврдимо статистичку зависност садржаја органског угљеника у земљишту од метеоролошких елемената.

У условима који су задати, где је испитивани локалитет смештен у меридијанском појасу од више десетина километара удаљености од метеоролошке станице са које су коришћени подаци за температуру ваздуха и падавине, губи се сваки смисао утврђивања њихове зависности са садржајем органског угљеника у земљишту. У ову анализу укључује се и утицај орографије, па је анализом утврђено да изабрани локалитети имају велики распон надморских висина и значајну разлику са надморским висинама метеоролошких станица која је била и до више стотина метара. Овим је потврђено да утврђивање зависности садржаја органског угљеника од температуре ваздуха и количине падавина губи смисао, односно микролокација метеоролошких станица не одговара већини локалитета. Идеја о коришћењу температуре ваздуха и падавина као метеоролошких елемената није одбачена, него је тражен модел који би омогућио на најсврхисходнији и научно оправдан начин израчунавање вредности температура и количине падавина за сваки локалитет посебно, ако су нам познате вредности надморских висина. Модел за израчунавање просечног

годишњег и сезонског отицаја река у Републици Србији, који је развијен на Географском факултету Универзитета у Београду (Живковић, 2009) је коришћен и он је омогућио израчунавање средње годишњих температура ваздуха и падавина користећи податак за надморску висину на основу формула датих по рејонима. Резултати измереног и израчунатог просечног годишњег и сезонског отицаја река у Србији, који потврђују оправданост коришћења модела, показују висок ниво корелације. Да би се обезбедили што различитији физичко-географски фактори, а који су истовремено и приступачни, за територију истраживања је изабрана централна Србија. Подручје Војводине није могло бити обухваћено јер локалитети на овом подручју имају минималну разлику у надморским висинама, што представља основни услов анализе. Изабрани референтни период метеоролошких осматрања је према предлогу WMO време од 1961. до 1990. године и највећи број светских студија га користи као репрезентативни (Живковић, 2009).

5.4.2 Израчунавање средње годишње температура ваздуха за сваки локалит

У оквиру модела за израчунавање просечног годишњег и сезонског отицаја река у Србији (Живковић, 2009) добијено је решење којим су издвојени рејони хомогени за однос надморска висина-температура ваздуха помоћу већег броја метеоролошких станица. Аутор наводи да је одређивање температурних прилика у нашим условима ограничено малим бројем метеоролошких станица на већим надморским висинама. У Републици Србији на преко 1000 m надморске висине постоји тек неколико станица од којих су неке мењале положај или имају прекиде у раду. Због тога и релативно густа мрежа станица у нижим пределима не добија у значају и пројектоване температуре за планинске пределе долазе са велике удаљености, са профила (ниска-висока станица) који сигурно нису прави термички репрезент. И ако су промене температуре по географској ширини правилне и мале, често локални положај, условљен углавном експозицијом и јаком дисекцијом рељефа, мења општа правила. Оно што важи за низијске пределе, са порастом надморске висине се значајно мења и зато су метеоролошке станице на већим надморским висинама веома важне.

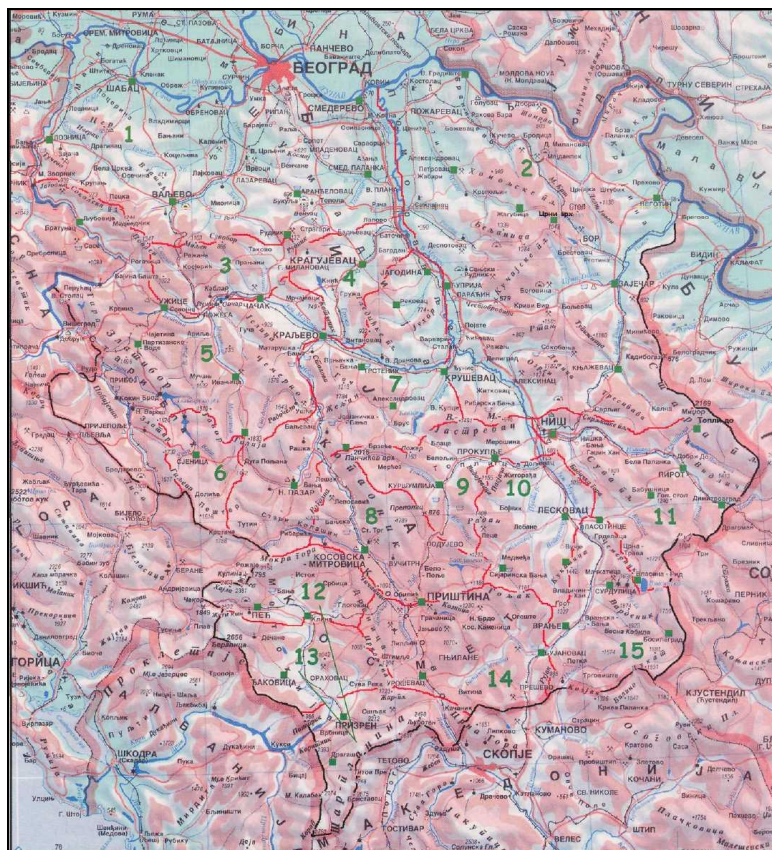
Аутор је у први план ставио све станице на већим надморским висинама око којих су формирано рејони са територијама припадајућим ниским станицама чије се вредности температура уклапају у успостављену зависност. Постојао је ризик да се већи број станица неће прилагодити оваквој географској рејонизацији, чиме би поступак био доведен у питање. Ипак, од 61 станице са мереним температурама ваздуха само њих 7 је елиминисано при изради годишње изотермне карте. За исту је формирано 15 рејона (Слика 6). Границе између њих су негде изнуђене и логичне (висока развођа и вододелницама одвојени рејони), а негде су због недостака метеоролошких станица субјективне. За сваки рејон формулисане су релације за израчунавање средње годишњих температура ваздуха T

(°C), на основу надморске висине локалитета H (m). У Табели 7 су дате вредности коефицијента детерминације (R^2) и стандардне грешке регресије (Se).

На локалитетима на којима је утврђен садржај органског угљеника у земљишту и на којима је утврђена надморска висина, користећи формуле наведене у Табели 7, израчунате су средње годишње температуре ваздуха.

Табела 7. Формуле за израчунавање средње годишње температуре ваздуха у изабраним рејонима (Живковић, 2009)

Рејон	$T=...$	R^2	Se	Рејон	$T=...$	R^2	Se		
1	Колубара	$-0,0028H+11,29$	1	0,06	9	Топлица	$-0,0056H+12,26$	1	0,06
2	Црни Врх	$-0,0060H+11,50$	0,98	0,22	10	Јабланица	$-0,0042H+11,70$	0,98	0,22
3	Црна Гора	$-0,0025H+11,06$	1	0,08	11	Нишава	$-0,0058H+12,54$	0,99	0,18
4	Гружа	$-0,0034H+11,71$	0,99	0,09	12	Гора	$-0,0050H+13,68$	0,99	0,23
5	Златибор	$-0,0043H+11,49$	0,98	0,30	13	Бели Дрим	$-0,0033H+11,88$	1	0,10
6	Пештер	$-0,0022H+8,27$	1	0,00	14	Г. Морава	$-0,0048H+12,48$	1	0,09
7	Жупа	$-0,0053H+11,84$	0,99	0,33	15	Иногосте	$-0,0052H+13,00$	1	0,12
8	Ибар	$-0,0062H+13,21$	1	0,20					



Слика 6. Издвојени рејони у Републици Србији на којима су формулисане релације за израчунавање средње годишњих температура ваздуха на основу надморске висине локалитета (бројеви се односе на податке из претходне табеле) (Живковић, 2009)

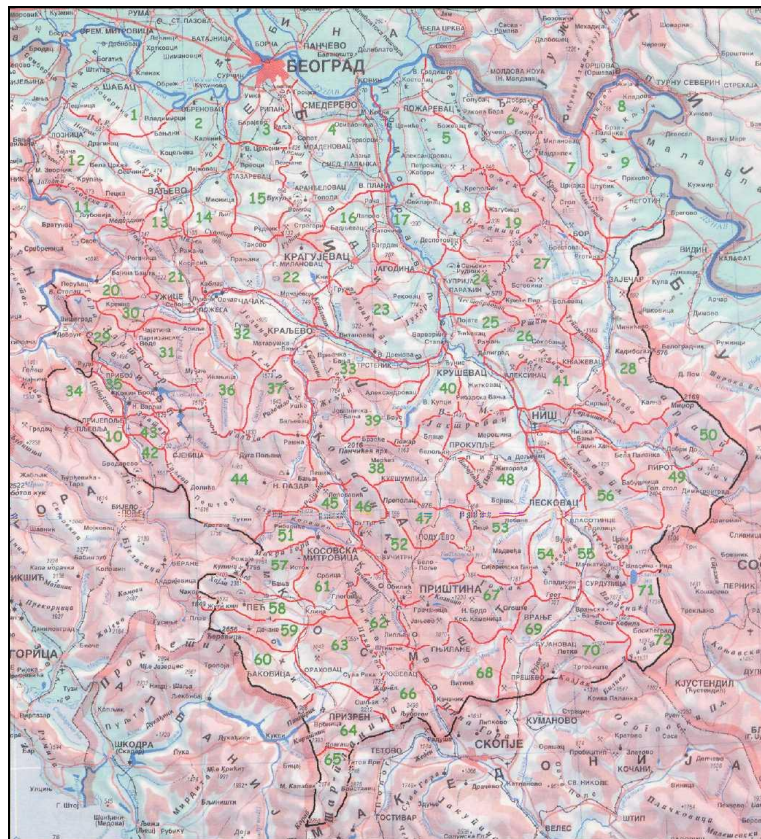
5.4.3 Израчунавање средње годишњих количина падавина за сваки локалитет

Израчунавање средње годишњих количина падавина за сваки локалитет на коме је измерен садржај ОМ у земљишту омогућиле су регресионе формуле израчунате по рејонима хомогеним за однос надморска висина-количина падавина поменутог аутора. На територији централне Србије и површини од око 65.000 km² постоји 660 кишомера, чиме један кишомер "покрива" око 100 km². Имајући то у виду, као и значај који за количину и распоред падавина имају положај планина и њихова расчлањеност, поткрепљено мерењима а не проценама, изводи се просторна диференцијација количине падавина. На основу оволиког броја кишомерних станица могуће је јасније дефинисати просторе који објективно успостављају висок квалитет везе надморска висина-количина падавина, тј. њихов висински градијент се значајно разликује од градијента суседне области. При томе се однос успоставља не преко две кишомерне станице, већ преко више суседних, водећи рачуна да распон минималних и максималних висина у узорку буде што већи и да, ако је могуће, постоји бар један кишомер на „планинској“ висини. Методом линеарне регресије одређује се средње годишње количине падавина преко надморске висине и то тако да коефицијент детерминације буде што виши. Одређено је 72 рејона (Слика 7) са формулама за израчунавање средње годишњих количина падавина ($X_0 =$). У Табели 8 су дати број кишомера (n), коефицијент детерминације (R^2), стандардна грешка Se (mm), као и висински градијент падавина ВГП (mm). Задатак који је поставио аутор да хомогеност неке територије за везу средње годишњих количина падавина и надморске висине означене Н (m) има високе статистичке параметре је реалан у срединама где постоји густа мрежа станица и распон њихових висина од бар 500 m. За услове где је дисекција велика, утицај различитих струјања доказан, станице нису на "правим местима" (по висини, експозицији, итд), недостатак кишомера на већим висинама, аутор је посебно анализирао рејоне којима припадају.

Табела 8. Издвојени рејони и функције за израчунавања средње годишњих количина падавина у њима (Живковић, 2009)

Бр.	Рејон	$X_0 =$	n	R^2	Se	ВГП
1	Поцерина	$0,763 \cdot H + 631$	11	0,85	22	76
2	Тамнава	$235,6 \cdot \ln H - 402$	7	0,93	14	84
3	Београд	$0,437 \cdot H + 621$	12	0,96	7	44
4	Јасеница	$0,482 \cdot H + 587$	21	0,92	24	48
5	Млава	$0,481 \cdot H + 607$	10	0,91	12	48
6	Пек	$0,642 \cdot H + 605$	12	0,91	20	64
7	Пореч	$120,1 \cdot \ln H + 66$	6	0,99	17	24
8	Кључ	$70,9 \cdot \ln H + 406$	5	0,96	8	51
9	Крајина	$56,7 \cdot \ln H + 440$	8	0,92	25	21
10	Јабука	$0,711 \cdot H + 471$	2	1	0	71
11	Љубовиђа	$0,253 \cdot H + 866$	3	1	5	25
12	Јадар	$193,2 \cdot \ln H - 140$	11	0,92	11	45
13	Градац	$126,7 \cdot \ln H + 131$	5	0,96	25	23

14	Рибница	$236,0 \cdot \ln H - 384$	5	0,90	15	42
15	Качер	$117,3 \cdot \ln H + 166$	8	0,92	32	47
16	Лепеница	$0,403 \cdot H + 592$	6	0,94	19	40
17	Багрдан	$0,524 \cdot H + 616$	13	0,95	15	52
18	Горњак	$0,612 \cdot H + 655$	4	0,81	13	61
19	Хомоље	$128,4 \cdot \ln H - 53$	3	0,75	60	15
20	Перућац	$0,193 \cdot H + 798$	5	0,95	16	19
21	Скрапеж	$0,401 \cdot H + 613$	9	0,99	10	40
22	Таково	$0,709 \cdot H + 433$	13	0,98	17	71
23	Левач	$0,425 \cdot H + 583$	14	0,94	15	43
24	Црница	$0,353 \cdot H + 593$	7	0,94	16	35
25	Послон	$0,458 \cdot H + 534$	6	0,97	10	46
26	Баља	$0,523 \cdot H + 468$	7	0,96	15	52
27	Црна Река	$0,347 \cdot H + 587$	6	0,84	22	35
28	Заглавак	$0,392 \cdot H + 547$	16	0,95	15	39
29	Мокра Гора	$0,310 \cdot H + 628$	6	0,95	20	31
30	Ђетиња	$0,452 \cdot H + 586$	5	0,97	25	45
31	Рзав	$0,382 \cdot H + 701$	5	0,87	35	38
32	Јелица	$0,509 \cdot H + 630$	6	0,96	16	51
33	Гоч	$0,320 \cdot H + 684$	6	0,98	17	32
34	Поблаћеница	$0,618 \cdot H + 529$	4	0,9	99	62
35	Бистрица	$0,372 \cdot H + 657$	3	0,94	44	37
36	Моравица	$0,216 \cdot H + 751$	6	0,97	17	22
37	Студеница	$0,356 \cdot H + 480$	7	0,92	50	36
38	Топлица	$0,399 \cdot H + 482$	20	0,94	21	40
39	Жупа	$0,582 \cdot H + 423$	7	0,92	45	58
40	Ломница	$323,1 \cdot \ln H - 1011$	4	0,99	30	62
41	Голак	$0,269 \cdot H + 546$	8	0,94	13	27
42	Куманица	$0,151 \cdot H + 678$	2	1	0	15
43	Милешевка	$0,090 \cdot H + 750$	2	1	0	9
44	Рас	$0,264 \cdot H + 458$	10	0,91	21	26
45	Рогозна	$0,436 \cdot H + 372$	4	1	4	44
46	Мајдан	$0,157 \cdot H + 513$	4	0,91	17	16
47	М. Косово	$0,449 \cdot H + 382$	6	0,98	11	45
48	Пуста река	$0,300 \cdot H + 464$	7	0,91	16	30
49	Нишава	$0,255 \cdot H + 535$	23	0,95	17	26
50	Копрен	$0,506 \cdot H + 435$	6	0,97	20	51
51	Стари Колашин	$423,3 \cdot \ln H - 2010$	5	0,97	38	37
52	Самодрежа	$0,269 \cdot H + 468$	10	0,93	16	27
53	Јабланица	$0,506 \cdot H + 480$	10	0,95	28	51
54	Кукавица	$0,231 \cdot H + 639$	8	0,93	24	23
55	Грделица	$0,253 \cdot H + 640$	8	0,87	40	25
56	Заплање	$0,325 \cdot H + 597$	14	0,91	30	33
57	Подгор	$638,5 \cdot \ln H - 3233$	6	0,99	29	56
58	Ругово	$512,6 \cdot \ln H - 2362$	9	0,98	68	48
59	Богићевица	$799,7 \cdot \ln H - 3962$	6	0,98	90	80
60	Ереник	$826,6 \cdot \ln H - 3917$	9	0,96	78	79
61	Клина	$0,341 \cdot H + 426$	7	0,96	14	34
62	Дреница	$0,436 \cdot H + 409$	5	0,96	13	44
63	Милановац	$152,5 \cdot \ln H - 213$	6	0,99	11	19
64	Средска	$0,540 \cdot H + 552$	6	0,97	32	54
65	Гора	$0,578 \cdot H + 181$	2	1	0	58
66	Сирињ	$551,7 \cdot \ln H - 2808$	5	0,98	24	42
67	Козница	$0,511 \cdot H + 254$	8	0,93	20	51
68	Бинач	$0,553 \cdot H + 401$	11	0,9	31	55
69	Врање	$0,464 \cdot H + 441$	8	0,93	36	46
70	Пчиња	$252,8 \cdot \ln H - 964$	7	0,97	25	27
71	Крајиште	$0,480 \cdot H + 232$	3	0,96	32	48
72	Дукат	$0,209 \cdot H + 502$	4	0,82	33	21



Слика 7. Издвојени рејони у Републици Србији на којима су формулисане релације за израчунавање средње годишњих количина падавина на основу надморске висине локалитета (бројеви се односе на податке из претходне табеле) (Живковић, 2009)

5.4.4 Утврђивање зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње температуре ваздуха, средње годишње количине падавина и надморске висине

Након израчунавања средње годишњих температура и количина падавина за сваки локалитет, извршено је груписање локалитета по подручјима. Груписање локалитета је урађено на основу њиховог физичко-географског положаја узимајући у обзир природне одлике подручја и број локалитета у сваком подручју који би задовољио статистичку анализу. Услов за дефинисање подручја био је да број локалитета који се налазе на одређеном подручју буде већи од 20. Дефинисаних пет подручја обухватају:

1. Подручје Шумадије - Београд и Крагујевац
2. Подручје западне Србије
3. Подручје југоисточне Србије
4. Подручје јужне Србије - Лесковац
5. Подручје централне Србије - Крагујевац, запад и Гоч

У анализи зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине, пошло се од претпоставке да су вредности садржаја органског угљеника у земљишту условљене средње годишњом количином падавина, средње годишњом температуром ваздуха и надморском висином. У циљу анализе ове тврдње урађена је корелациона анализа којом је утврђен степен зависности између независно променљивих (средње годишње температуре, средње годишња количина падавина, надморска висина) и зависно променљиве садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 cm и 100 cm.

5.5 ИЗРАЧУНАВАЊЕ РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ

Органски угљеник у земљишту је израчунат из органске материје земљишта коришћењем фактора 1.724. Овај фактор се заснива на претпоставци да ОМ земљишта садржи 58 % органског угљеника (Nelson and Sommers, 1982; USDA et al., 1996).

Резерве органског угљеника у земљишту (SOC t/ha) су обрачунате на основу вредности OC g kg^{-1} , запреминске масе и дубине земљишта на основу података са укупно 1.140 локалитета коришћењем следеће формуле:

$$SOC(t/ha) = \frac{SOC \text{ g } kg^{-1}}{1000000} \times \text{дубина (m)} \times 3M (Mg \text{ m}^3) \times 10000 (m^2 \text{ ha}^{-1}) \times (kg \text{ Mg}^{-1})$$

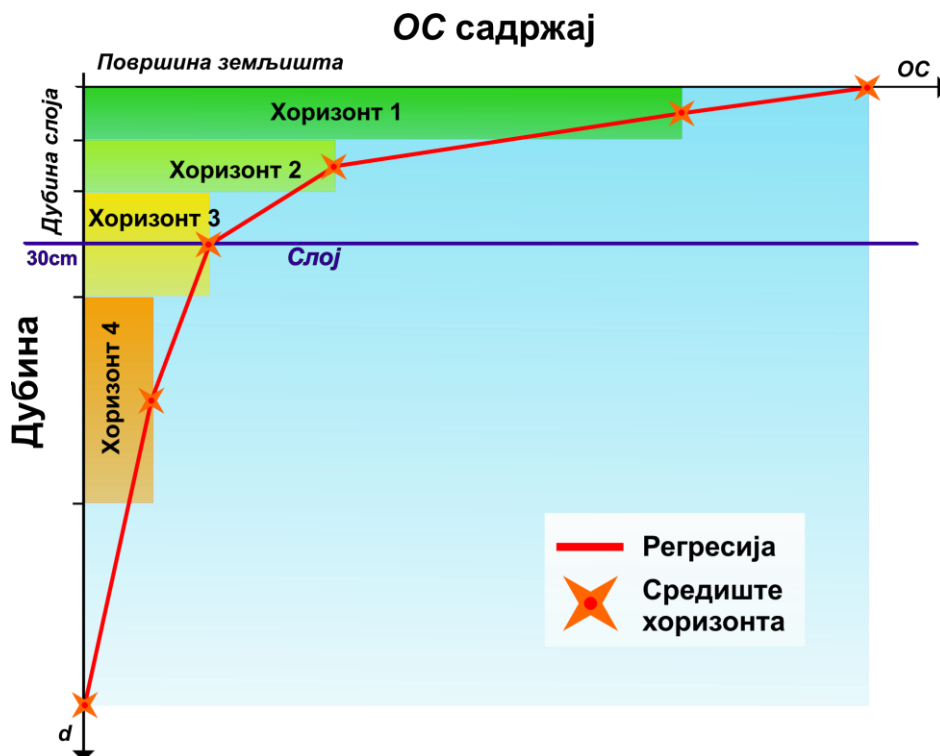
Формула је изведена према методи коју дају Evrendilek and Wali (2001) :

$$(1) \text{ маса земљишта (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{дубина (m)} \times \text{запреминска маса (Mg m}^{-3}\text{)} \times 10.000 (m^2 \text{ ha}^{-1}) \times 1.000 (kg \text{ Mg}^{-1})$$

$$(2) SOC \text{ резерва (Mg ha}^{-1}\text{)} = (g \text{ SOC kg}^{-1} / 1.000.000) \times \text{маса земљишта (kg ha}^{-1}\text{)}$$

За сваки хоризонт је одређена централна тачка која се узима за вредност дубине. Генерална претпоставка је да је однос садржаја органског угљеника у земљишту и дубине представљен линеарном регресијом ($y=ax+b$) од хоризонта до хоризонта. Садржај органског угљеника је рачунат за слој од 0-30 cm и за слој 0-100 cm.

Када посматрамо промену у садржају органског угљеника у земљишту са дубином, примењени метод узорковања земљишта може бити од пресудног значаја када се пореде добијени резултати. Разлог могуће дивергенције коефицијента промене може бити углавном приписана нелинеарној промени у садржају органског угљеника са дубином и узимање централне тачке слоја као дубине на којој је одређен садржај органског угљеника.



Слика 8. Израчунавање садржаја органског угљеника у земљишту

На Слици 8 је приказано неколико педолошких хоризоната профила земљишта која обухватају одређену дубину слоја. За сваки хоризонт приказана је и узета централна дубина. Садржај органског угљеника слоја је садржај органског угљеника хоризоната измерен на основу дебљине хоризонта у оквиру слоја израчунат као (Niederer, 2009):

$$OC_L = \sum_i^n OC_H^i \cdot P_H^i$$

Где је OC_L : садржај органског угљеника у слоју L

OC_H : садржај органског угљеника у хоризонту H

p_H : однос хоризонта H у оквиру слоја L

i : хоризонт у оквиру слоја

Када опадање ОМ са дубином није линеарно, средња вредност садржаја ОМ слоја на централној дубини слоја се разликује од правог садржаја органског угљеника на тој позицији у оквиру педолошког профила. Са условима који су приказани на слици када слој за који се мери садржај органског угљеника садржи више хоризоната, садржај органског угљеника представља скуп садржаја органског угљеника у сваком хоризонту посебно.

Израчунавање резерве органског угљеника у земљиштима Републике Србије рађено је на основу резултата средњих вредности (\bar{x}) садржаја до 30 cm и 100 cm дубине датих у t/ha и површине територије Републике Србије (A) datoј у хектарима (ha). Површина Републике Србије за коју је рачуната резерва органског угљеника у земљишту је 77.474 km² и она не обухвата територију АП Косово и Метохије (Статистички годишњак Србије за 2010. годину). Територија АП Косово и Метохија није рачуната јер просторном дистрибуцијом нису обухваћени локалитети на овој територији због недоступности података.

$$OC\ 30\ cm\ (Pg) = (\bar{x})\ OC\ 30\ cm\ (t/ha) \times A\ (ha)$$

Где је:

OC 30 cm (Pg) вредност резерве садржаја органског угљеника до дубине од 30 cm дата у Pg, односно 10¹⁵ g.

$(\bar{x})\ OC\ 30\ cm\ (t/ha)$ средња вредност садржаја органског угљеника у t/ha до дубине од 30 cm добијена на узорку од 1.140 профила (локалитета)

A (ha) је површина територије за коју се врши прорачун резерве органског угљеника у земљишту

$$OC\ 100\ cm\ (Pg) = (\bar{x})\ OC\ 100\ cm\ (t/ha) \times A\ (ha)$$

Где је:

OC 100 cm (Pg) вредност резерве садржаја органског угљеника до дубине од 100 cm дата у Pg, односно 10¹⁵ g.

$(\bar{x})\ OC\ 100\ cm\ (t/ha)$ средња вредност садржаја органског угљеника у t/ha до дубине од 100 cm добијена на узорку од 1.140 профила (локалитета)

A (ha) је површина територије за коју се врши прорачун резерве органског угљеника у земљишту

5.5.1 Одређивање резерве органског угљеника на основу површина WRB референтних група

База података обухвата укупно 1.140 профила којима одговара 4.335 хоризоната са параметрима који их описују. За потребе утврђивања зависности садржаја органског угљеника и типа земљишта педолошка карта Србије је прилагођена WRB класификацији и садржи 15.437 полигона. На основу педолошке карте Србије издвојене су површине главних WRB референтних група земљишта (Табела 6). На основу резултата средњих вредности садржаја органског угљеника у

земљишту до 30 и 100 cm дубине и површине коју заузима референтна група, израчуната је укупна вредност резерве органског угљеника у земљишту за сваку референтну групу. База података не садржи резултате садржаја органског угљеника за референтне групе: Anthrosol, Calcisol, Histosol, Phaeozem, Podzol и Umbrisol. Поменуте групе укупно обухватају површину од 276.991 ha, што представља 3,57 % територије земље. За израчунавање садржаја резерве органског угљеника у оквиру ових група коришћена је вредност која представља аритметичку средину садржаја за вредности свих референтних група до 30 и 100 cm дубине дате у t/ha.

Прорачун резерве органског угљеника до 30 cm дубине у оквиру референтне групе, добијен је на основу следеће формуле:

ОС 30 cm (t) = $\Sigma \{(\bar{x})$ средња вредност садржаја органског угљеника у земљишту за референтну групу до 30 cm дубине (t/ha) x површина коју заузима референтна група (ha)}

Прорачун резерве органског угљеника до 100 cm дубине добијен је на основу следеће формуле: ОС 100 cm (t) = $\Sigma \{(\bar{x})$ средња вредност садржаја органског угљеника у земљишту за референтну групу до 100 cm дубине (t/ha) x површина коју заузима референтна група (ha)}

5.6 ИЗРАЧУНАВАЊЕ РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗАВИСНОСТИ ОД НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА

Приликом израчунавања зависности садржаја органског угљеника у земљишту од начина коришћења земљишта, за податке о начину коришћења земљишта коришћена је база података Corine Land Cover (CLC) за 1990, 2000. и 2006. годину. Праћење промена начина коришћења земљишта у периоду 1990, 2000. и 2006. године врши се анализом база CLC 2000 и 2006, у односу на прву CLC базу података из 1990. године.

Израда CLC2000 базе података као основе за каснија CLC картирања је следила стандардну CORINE методологију: рачунарски подржану визуелну интерпретацију сателитских снимака са употребом помоћних података (топографских карата, аерофото снимака, тематских карата...) и теренских провера (Perdigao and Annoni, 1997, 2000; Lillesand and Kiefer, 1979). Резултат картирања је непрекидни векторски сет података са полигонском топологијом. Све CLC базе података и сателитски снимци су израђени у Државном координатном систему Републике Србије. Територија картирања Републике Србије без Косова је 77.500 km². Као основни извор података за интерпретацију коришћена је IMAGE2000 база података. Она се састоји од орторектификованих Landsat 7 ETM+ снимака у националном координатном систему. Снимци су углавном из 2000. године са толерисаним одступањем од +/- једне године.

Основни елементи пројекта су (Heumann et al., 1994):

- Размера картирања (1:100.000)
- Минимална јединица картирања је 25 ha
- Минимална ширина линеарних елемената је 100 m
- Номенклатура земљишног покривача

Јединица картирања одговара површини хомогеног земљишног покривача или скупу малих хомогених површина које представљају неку сложенију структуру земљишног покривача (Perdigão and Annoni, 1997, 2000).

CLC номенклатура, која је објашњена у CORINE Land Cover Technical Guide (CEC, 1994) и Addendum (EEA, 2000, 2002), је физичка и физиогномска номенклатура земљишног покривача релевантна за животну средину и заштиту природе и пејзажа. У њој се разликују класе земљишног покривача груписане хијарархијски у три нивоа. Класе на првом нивоу су:

- Вештачке површине
- Пољопривредне површине
- Шуме и полу–природна подручја
- Влажна подручја
- Водене површине

На другом нивоу постоји 15, а на трећем 44 класе земљишног покривача. Израчунавање зависности садржаја органског угљеника у земљишту од начина коришћења земљишта рађено је за класе земљишног покривача на првом нивоу класификације.

5.7 УТВРЂИВАЊЕ САДРЖАЈА УКУПНОГ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА НА ОРЕНИЦАМА И ПАШЊАЦИМА

Утврђивање садржаја укупног органског угљеника на ореницама и пашњацима рађено је у циљу добијања упоредивих података о вредностима садржаја укупног органског угљенику у земљишту ореница и пашњака у Републици Србији са просечним вредностима на европском нивоу. Истраживање је реализовано у оквиру Геохемијског мапирања пољопривредног земљишта Европе (GEMAS пројекат) и пратило је постављене стандарде који укључују дубину узорковања 0-20 cm за пољопривредно земљиште (обрадиво земљиште Ар хоризонт) и 0-10 cm за пашњаке (земљиште перманентно прекривено травом) и <2 mm величина фракције која се анализира (Reimann et al., 2014). Узоркован је један локалитет на 25.000 km² (50x50 km grid). Узорци су узимани са 5 тачака распрострањених на површини од 100 m² на пољопривредном земљишту, ореницама (означено као

Ар) и на пашњацима (означено као Gr). Просечна тежина узорка је била 3,5 kg. Циљ је био да се пронађе локалитет за узорковање који има у најмањој близини и ораницу и пашњак. Просечна удаљеност између два локалитета је 500 m, али у зависности од начина коришћења земљишта дешавало се да у појединим случајевима растојање између појединих парова буде и веће од 50 km. Процедуре узорковања на терену су детаљно објашњене и доступне на интернет сајту (EGS, 2008). За потребе провере квалитета, дупликат је узиман за сваки двадесети узорак.

За процену релативне грешке у узорковању која се односи на аналитичку грешку, у сврху пројекта геохемијског мапирања спроведена је анализа варијансе ANOVA (Scheffé, 1959; Garrett, 1969, 1973, 1983; Miesch, 1976; Ramsey, 1998).

Припрема узорака је обављена у централној лабораторији Геолошког Завода Републике Словачке - Geological Survey of the Slovak Republic (Reimann et al., 2012). Укупни угљеник (ТОС) је анализиран у NGU лабораторији (Geological Survey of Norway) и детерминисан коришћењем ISO стандарда 10694 "Soil quality - determination of organic and total carbon after dry combustion". Мерења су спроведена користећи угљеник анализатор (ELTRA Helios). Инструмент је базиран на инфрацрвеној спектроскопији. Да би уклонили неоргански угљеник из узорака, 1 g узорка је третиран са хлороводоничном киселином (4 mol/L). Време стајања је било 4 сата на собној температури. Третирани узорци су затим сушени 16 сати у пећи на константној температури од 70 °C. Након сушења, 100-200 mg материјала од узорка је стављен у предходно загрејану пећ на 1350°C за анализу ТОС. Тачна тежина узорка је детерминисана ТОС анализатором.

5.8 ДЕФИНИСАЊЕ САДРЖАЈА ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ

Садржај органског угљеника у површинским слојевима до дубине од 30 cm у % дефинисан је према класама датим у PTR21 које је дефинисао Van Ranst и сар. (1995). Резултати за органски угљеник у земљишту у површинским слојевима дати су у четири класе:

Веома низак < 1,0%; Низак: 1,01-2,0%; Средњи: 2,01-6,0%; Висок: > 6,0%

5.9 ГРАФИЧКА ОБРАДА ПОДАТАКА

За графичку и нумеричку обраду података коришћен је програм MapInfo Professional 9.0 који је омогућио просторну анализу, израду и обједињавање мапа и њихово повезивање са базама података, као и анализу тродимензионалних површина. У изради мапа коришћен је интерполацијски модел IDW (*eng. Inverse distance weighted*).

6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

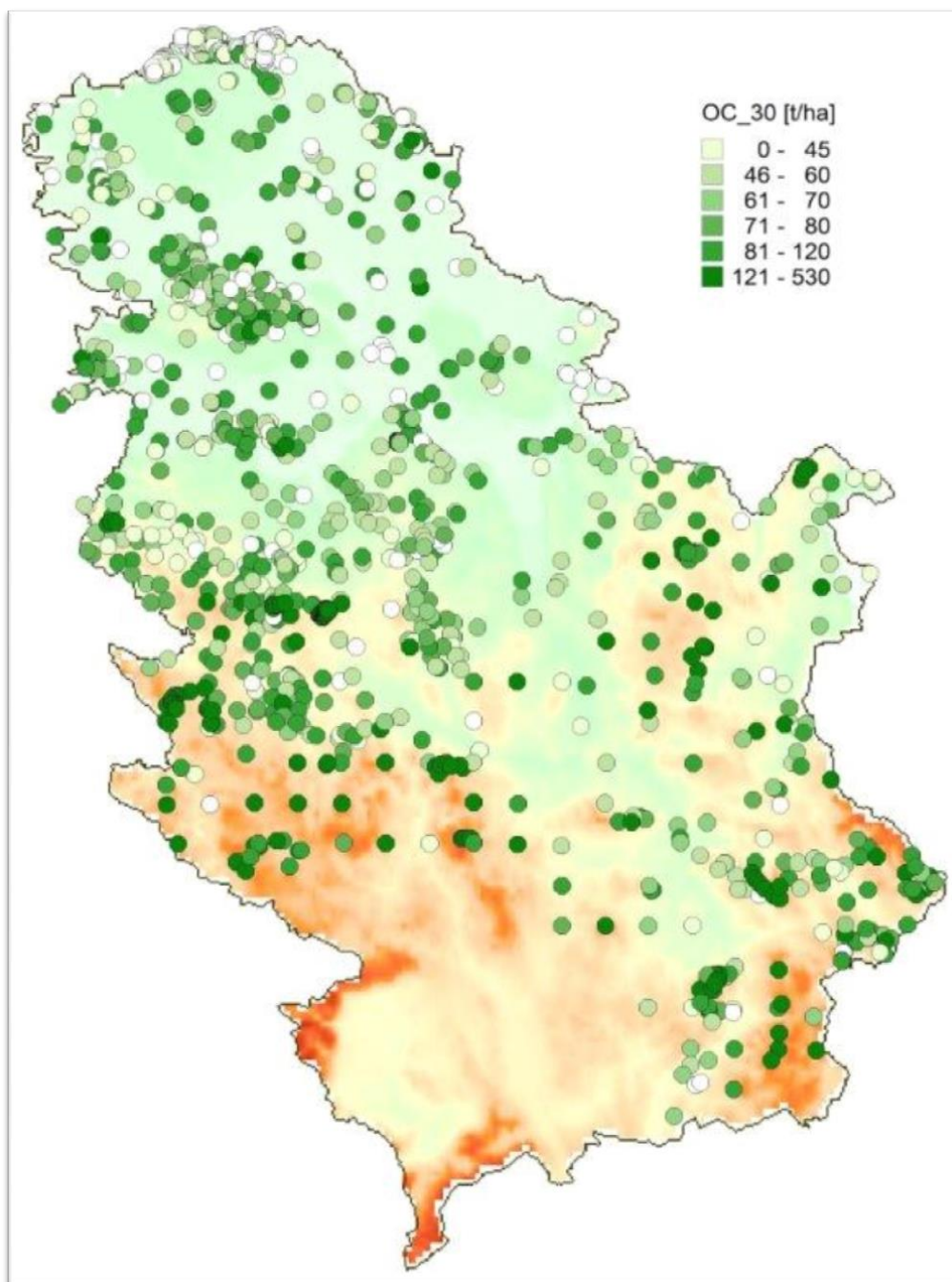
6.1 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТИМА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Процена резерви органског угљеника у земљишту на подручју територије Републике Србије урађена је на основу података из базе која има укупно 1.140 локалитета за одређивање резерве органског угљеника у t/ha и укупно 1.363 локалитета за одређивање садржаја органског угљеника у %. Дистрибуција и вредности садржаја органског угљеника у t/ha и % приказане су на Сликама 9, 10, 11 и 12 и у Прилогу 1 (Слике 1, 2, 3 и 4 и Табеле 1, 2, 3 и 4). Резултати анализа показују да се садржај органског угљеника (t/ha) до 30 cm дубине кретао у вредностима од 3,7 t/ha до 527,22 t/ha, средња вредност је 89,60 t/ha, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 62,9775 t/ha. Садржај органског угљеника (t/ha) до 100 cm дубине кретао се у вредностима од 10,06 t/ha до 658,40 t/ha, средња вредност је 145,69 t/ha, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 82,3049 t/ha до дубине од 100 cm (Табела 9).

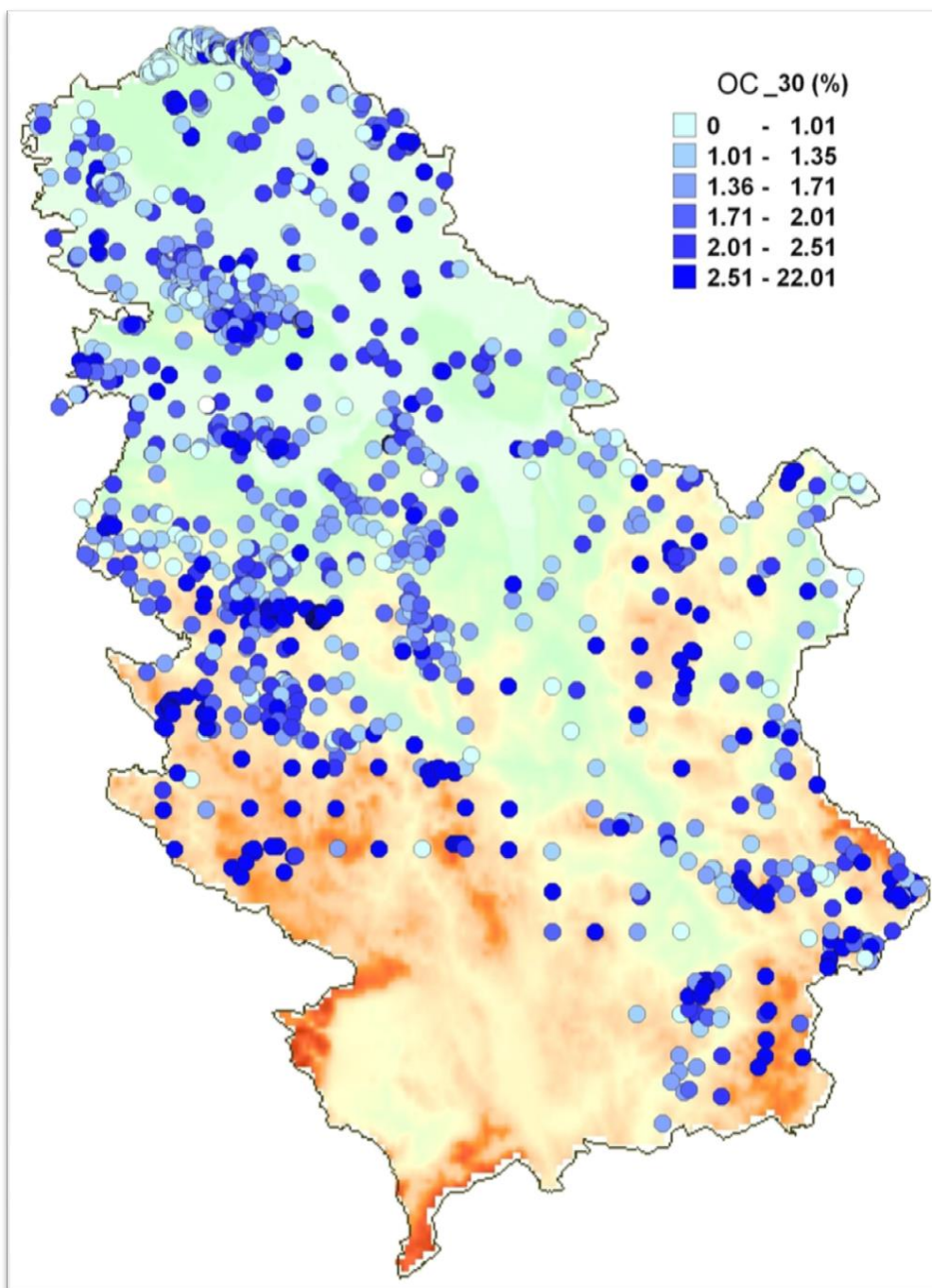
Анализа садржаја органског угљеника (%) до дубине од 30 cm показује резултате од 0,08 % до 21,72 %, средња вредност је 2,07 % што припада класи ниског до средњег садржаја (према PTR21, Van Ranst et al., 1995), при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 1,6920 %. Садржај органског угљеника у (%) до 100 cm дубине кретао се у вредностима 0,06 % до 8,55 %, средња вредност је 1,03 %, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 0,6731 %.

Табела 9. Вредности садржаја органског угљеника у земљишту до 30 cm и 100 cm дубине

Анализирани параметар	Дубина			
	до 30 cm (t/ha)	до 100 cm (t/ha)	до 30 cm (%)	до 100 cm (%)
Број локалитета (n)	1140	1140	1363	1363
Min OC	3,72	10,06	0,08	0,06
Max OC	527,22	658,40	21,72	8,55
Аритметичка средина (\bar{x})	89,60	145,69	2,07	1,03
Стандардна девијација (σ)	62,9775	82,3049	1,6920	0,6731

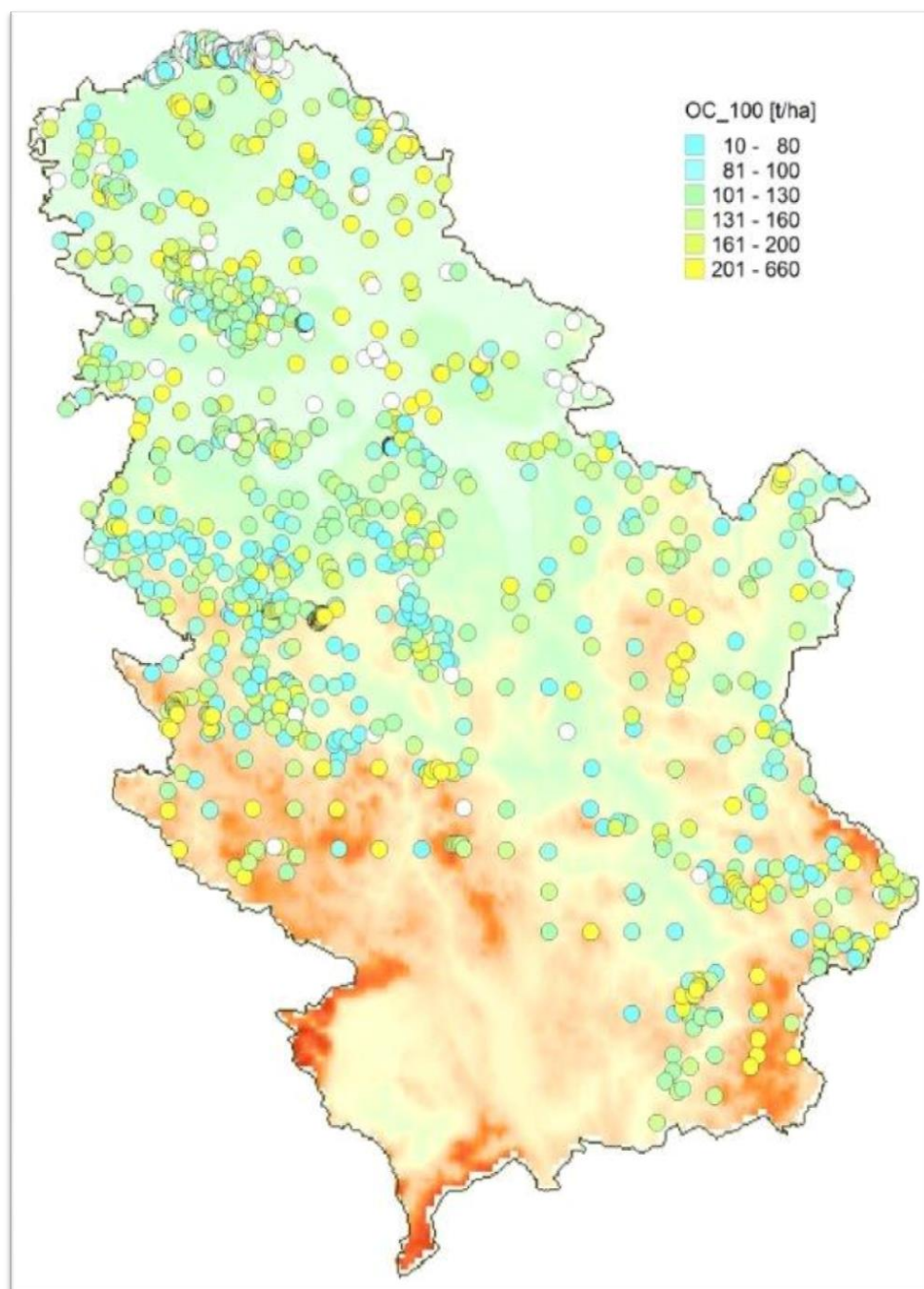


Слика 9. Просторни распоред и вредности садржаја органског угљеника у земљишту до 30 cm дубине (t/ha)

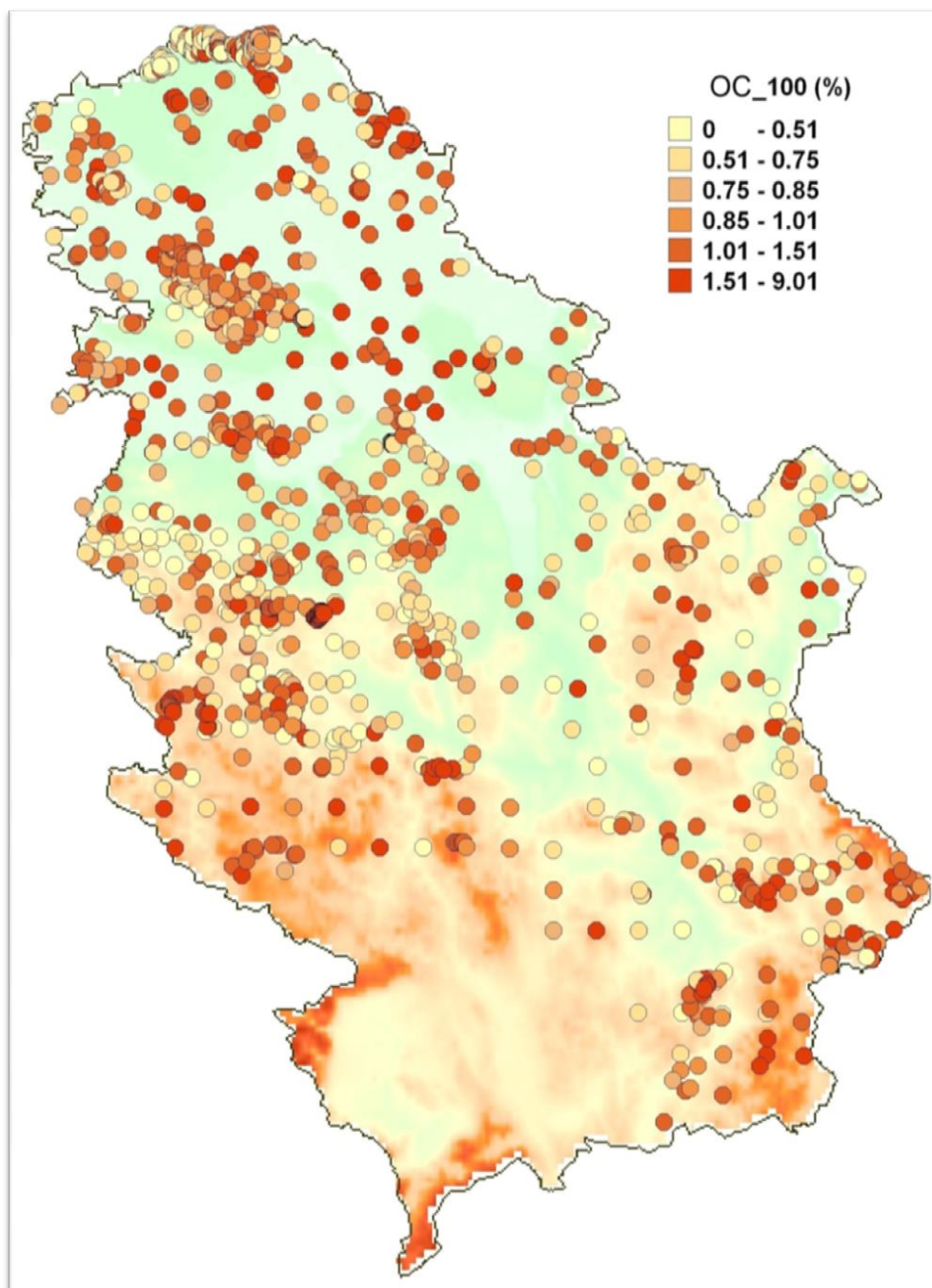


Слика 10 . Просторни распоред и вредности садржаја органског угљеника у земљишту до 30 cm дубине (%)

Добијени резултати показују да је садржај органског угљеника (%) у површинском слоју земљишта (до дубине од 30 cm) у класи ниског садржаја на 48,33 % територије земље, што представља површину од 3.744.457,56 ha, док је на 49,40 % територије земље, односно 3.827.567,25 ha, утврђена вредност садржаја органског угљеника у класи средњег садржаја (Прилог 1, Табела 3).



Слика 11. Просторни распоред и вредности садржаја органског угљеника у земљишту до 100 cm дубине (t/ha)



Слика 12. Просторни распоред и вредности садржаја органског угљеника у земљишту до 100 cm дубине (%)

Прорачуном резерве органског угљеника у земљишту на дубини до 30 cm добијена је следећа вредност:

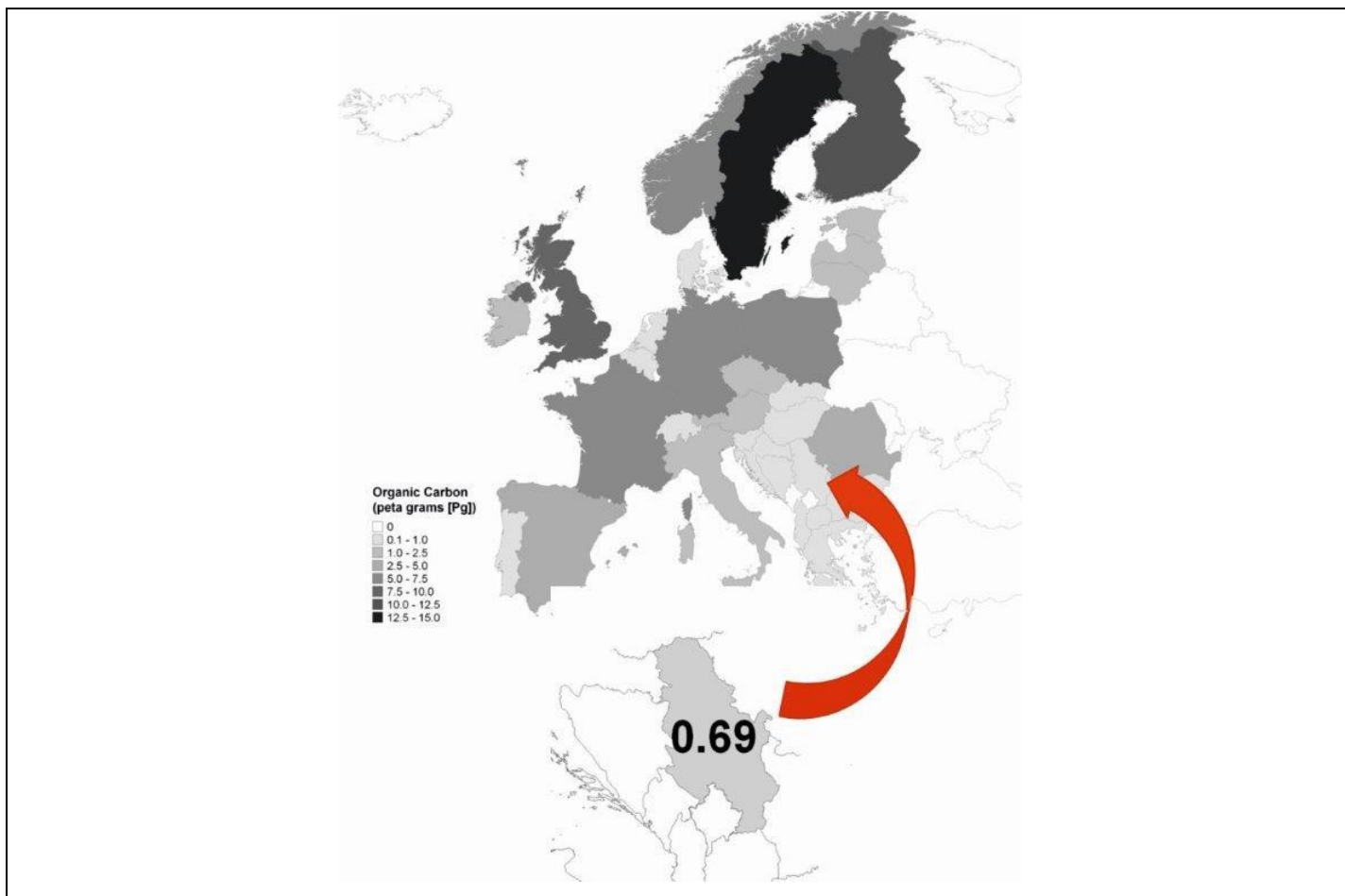
$$OC\ 30\ cm = (\bar{x})\ OC\ 30\ cm\ (t/ha) \times A\ (ha)$$

$$OC\ 30\ cm = 89,59\ (t/ha) \times 7.747.400\ (ha)$$

$$OC\ 30\ cm = 694.167.040\ t$$

$$OC\ 30\ cm = 0,69\ Pg$$

Резултати анализе резерве органског угљеника на дубини до 30 cm показују вредности од 0,69 Pg, односно $0,69 \times 10^{15}$ g (Слика 13).



Слика 13. Садржај органског угљеника у површинском слоју земљишта 0-30 cm дубине израчунат на основу резултата средњих вредности садржаја (Pg)

Прорачуном резерве органског угљеника у земљишту на дубини до 100 cm добијена је следећа вредност:

$$\text{OC } 100 \text{ cm} = (\bar{x}) \text{ OC } 100 \text{ cm (t/ha)} \times A \text{ (ha)}$$

$$\text{OC } 100 \text{ cm} = 145,69 \text{ (t/ha)} \times 7.747.400 \text{ (ha)}$$

$$\text{OC } 100 \text{ cm} = 1.128.685.561 \text{ t}$$

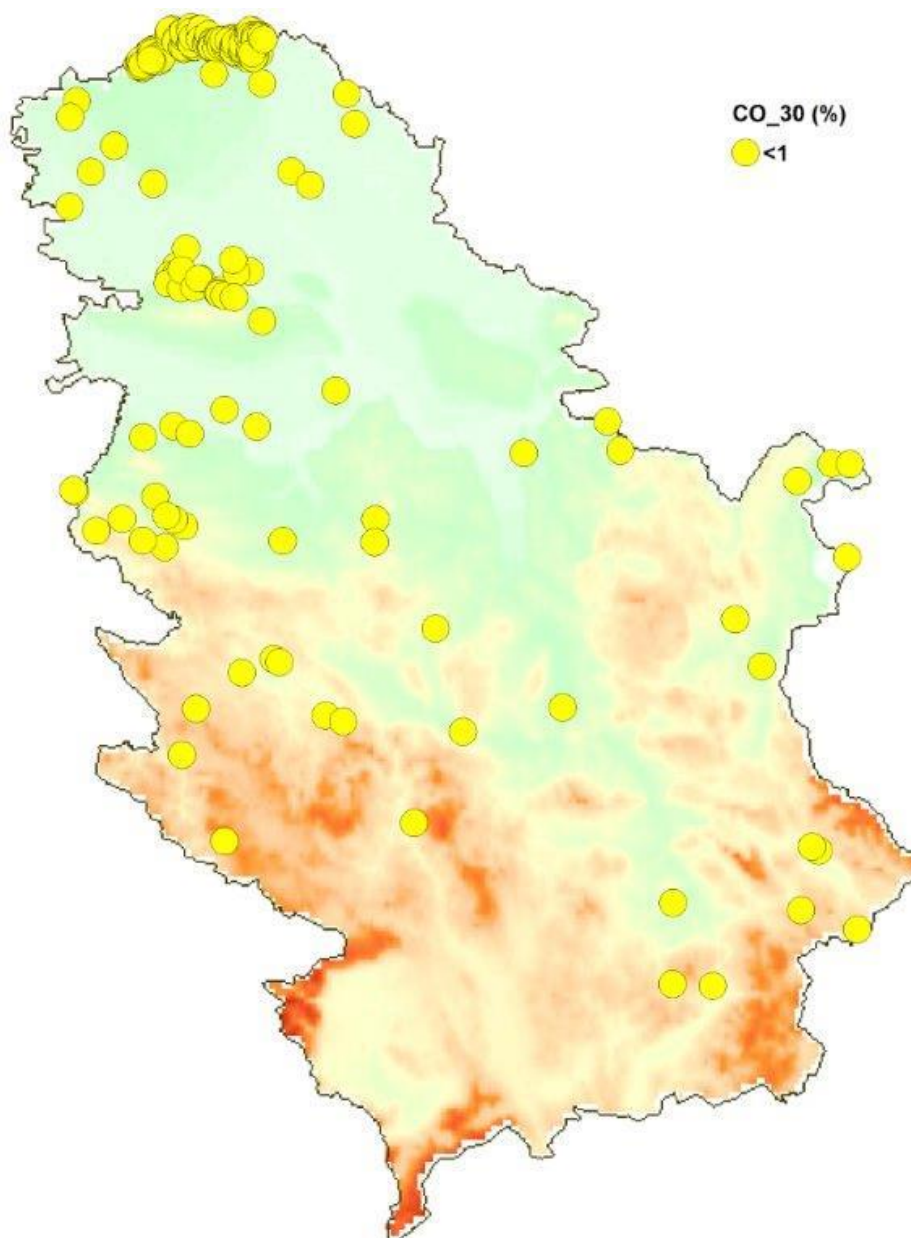
$$\text{OC } 100 \text{ cm} = 1,13 \text{ Pg}$$

Резултати анализе резерве органског угљеника на дубини до 100 cm показују вредности од 1,13 Pg, односно $1,13 \times 10^{15}$ g.

6.1.1. Карта подручја са веома ниским садржајем органског угљеника у земљишту

Анализа садржаја органског угљеника (%) до дубине од 30 cm показала је да је на 258 локалитета, што чини 18,9 % од укупног броја локалитета, пронађен веома низак садржај органског угљеника у земљишту <1 % (Слика 14). Иако смо рекли да је распоред локалитета неравномеран, уочавају се подручја на којима је груписано више локалитета са веома ниским садржајем: подручје око Суботице на северу земље, где је у Суботичкој пешчари анализиран већи број локалитета, у долини реке Дунав и на подручју западне Србије, територије општина Крупањ и Лозница. Локалитети у оквиру Суботичке пешчаре припадају референтној групи Arenosol код које је установљен најмањи садржај органског угљеника у земљишту од свих испитиваних референтних група. Ова земљишта по текстурном или механичком саставу садрже велики % фракције песка, и због сталног премештања површинских слојева не може да се образује прави хумусни хоризонт. У долини реке Дунав налазе се локалитети који припадају референтној групи Fluvisol са веома ниским садржајем органског угљеника, али и локалитети који припадају референтној групи Chernozem са веома ниским садржајем органског угљеника у земљишту <1 %. На подручју западне Србије налазимо веома низак садржај органског угљеника на локалитетима који припадају референтној групи Planosol, Cambisol и Leptosol.

На основу података са укупно 1.140 локалитета за одређивање резерве органског угљеника у t/ha и на укупно 1.363 локалитета за одређивање резерве органског угљеника у % урађен је графички приказ - карта дистрибуције садржаја органског угљеника у земљишту. Процењена површина на којој је пронађен веома низак садржај органског угљеника у земљишту (<1 %) је 1,26 % или 97.198,90 ha (Прилог 1).



Слика 14. Просторни распоред локалитета са веома ниским садржајем органског угљеника у земљишту

6.2 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ У ЗАВИСНОСТИ ОД ТИПА ЗЕМЉИШТА

За описивање резерви органског угљеника у земљишту у зависности од типа, односно референтне групе земљишта, у истраживању је коришћен систем WRB класификације.

Кад се упореди WRB систем класификације земљишта са националном педолошком класификацијом (Шкорић и сар., 1985) види се да су издвојене референтне групе земљишта у WRB

систему у националном систему класификације представљене најчешће једним типом земљишта, а у неким случајевима са неколико типова земљишта или чак читавом класом земљишта, као што је случај са класом камбичних земљишта.

Описана статистика за садржај органског угљеника у земљишту по референтним групама земљишта садржи број локалитета у оквиру референтне групе (n), минималне и максималне вредности (\min и \max), аритметичку средину (\bar{x}) и стандардну девијацију ($SD - \sigma$) као меру дисперзије (Табела 10).

Табела 10. Садржај органског угљеника по WRB референтним групама земљишта

WRB референтна група	Анализирани параметар	Дубина			
		до 30 cm (OC t/ha)	до 100 cm (OC t/ha)	до 30 cm (OC %)	до 100 cm (OC %)
AR-Arenosol	Број локалитета (n)	101	101	264	264
	Min OC	3,72	10,06	0,08	0,06
	Аритметичка средина (\bar{x})	41,78	96,03	0,88	0,58
	Max OC	101,90	308,66	2,34	1,76
	Стандардна девијација (σ)	20,0397	47,0662	0,4430	0,2808
	Коефицијент варијације V (%)	47,96	49,01	50,34	48,41
CH-Chernozem	Број локалитета (n)	216	216	247	247
	Min OC	7,89	24,21	0,18	0,17
	Аритметичка средина (\bar{x})	73,82	168,20	1,93	1,29
	Max OC	133,51	341,37	21,72	8,55
	Стандардна девијација (σ)	21,8572	57,8800	1,3936	0,6529
	Коефицијент варијације V (%)	29,61	34,41	72,21	50,61
CM-Cambisol	Број локалитета (n)	319	319	319	319
	Min OC	20,44	25,74	0,51	0,20
	Аритметичка средина (\bar{x})	89,81	126,75	2,16	0,92
	Max OC	347,62	398,43	7,72	2,70
	Стандардна девијација (σ)	53,3461	62,7922	1,2129	0,4383
	Коефицијент варијације V (%)	59,40	49,54	56,15	47,64

FL-Fluvisol	Број локалитета (n)	97	97	97	97
	Min OC	23,27	34,91	0,49	0,26
	Аритметичка средина \bar{x}	70,80	154,70	1,74	1,13
	Max OC	173,25	444,03	4,62	3,59
	Стандардна девијација (σ)	28,2108	71,8753	0,7740	0,5581
	Коефицијент варијације V (%)	39,85	46,46	44,48	49,39
GL-Gleysol	Број локалитета (n)	38	38	61	61
	Min OC	6,29	92,96	0,15	0,5
	Аритметичка средина \bar{x}	85,01	168,75	2,24	1,26
	Max OC	221,33	436,43	6,01	4,96
	Стандардна девијација (σ)	37,4696	83,6141	1,2031	0,7445
	Коефицијент варијације V (%)	44,08	49,55	53,71	59,09
LP-Leptosol	Број локалитета (n)	211	211	211	211
	Min OC	11,06	11,06	0,25	0,08
	Аритметичка средина \bar{x}	151,33	178,95	3,96	1,40
	Max OC	527,22	658,40	12,99	5,35
	Стандардна девијација (σ)	96,9518	127,3328	2,6371	1,0387
	Коефицијент варијације V (%)	64,07	71,16	66,59	74,19
LV-Luvisol	Број локалитета (n)	32	32	32	32
	Min OC	56,41	79,12	1,34	0,58
	Аритметичка средина \bar{x}	83,31	123,20	2,05	0,92
	Max OC	146,62	223,87	3,53	1,67
	Стандардна девијација (σ)	27,7544	38,0835	0,6871	0,2875
	Коефицијент варијације V (%)	33,31	30,91	33,52	31,25
PL-Planosol	Број локалитета (n)	41	41	41	41
	Min OC	14,29	43,44	0,34	0,33
	Аритметичка средина \bar{x}	61,61	109,88	1,51	0,78
	Max OC	162,74	232,14	4,25	1,73

	Стандардна девијација (σ)	27,0478	38,8302	0,7119	0,2957
	Коефицијент варијације V (%)	43,90	35,34	47,14	37,91
RG-Regosol	Број локалитета (n)	12	12	12	12
	Min OC	26,51	26,51	0,53	0,16
	Аритметичка средина \bar{x}	93,74	160,88	2,25	1,11
	Max OC	298,43	425,53	7,15	2,86
	Стандардна девијација (σ)	87,0842	157,9812	2,1350	1,0830
	Коефицијент варијације V (%)	92,90	98,20	94,89	90,09
SC-Solonchak	Број локалитета (n)	9	9	15	15
	Min OC	14,90	32,11	0,27	0,18
	Аритметичка средина \bar{x}	48,00	102,13	1,07	0,65
	Max OC	100,42	178,76	2,40	1,22
	Стандардна девијација (σ)	22,9729	40,9521	0,7104	0,2933
	Коефицијент варијације V (%)	47,86	40,10	66,39	45,12
SN-Solonetz	Број локалитета (n)	29	29	29	29
	Min OC	30,66	55,68	0,63	0,33
	Аритметичка средина \bar{x}	71,09	126,74	1,61	0,83
	Max OC	126,48	215,89	2,94	1,33
	Стандардна девијација (σ)	24,3876	33,9520	0,5532	0,2266
	Коефицијент варијације V (%)	34,31	26,79	34,36	27,30
VR-Vertisol	Број локалитета (n)	35	35	35	35
	Min OC	33,25	58,26	0,90	0,40
	Аритметичка средина \bar{x}	71,09	156,34	1,76	1,15
	Max OC	129,26	275,29	3,03	2,14
	Стандардна девијација (σ)	21,0797	53,5831	0,4791	0,3991
	Коефицијент варијације	29,65	34,27	27,22	34,70

	V (%)				
TOTAL	Број локалитета (n)	1140	1140	1363	1363
	Min OC	3,72	10,06	0,08	0,06
	Аритметичка средина \bar{x}	89,60	145,69	2,07	1,03
	Max OC	527,22	658,40	21,72	8,55
	Стандардна девијација (σ)	62,9775	82,3049	1,6920	0,6731
	Коефицијент варијације V (%)	70,29	56,49	81,74	65,35

У Табелама 11 и 12 приказани су подаци анализе процентуалног удела локалитета са одређеним садржајем органског угљеника израженим у t/ha и по WRB референтним групама земљишта, а приказано у односу на укупан број од 1.140 анализираних локалитета. Анализа за дубину до 30 cm показује да је у групи AR-Arenosol на највећем броју локалитета (42,6 %) утврђен садржај органског угљеника у распону 20-40 t/ha. У групи CH-Chernozem, на највећем броју локалитета (37,5 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 60-80 t/ha. У групи CM-Cambisol на највећем броју локалитета (27,9 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 60-80 t/ha. У групи FL-Fluvisol на највећем броју локалитета (34,0 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 40-60 t/ha. У групи GL-Gleysol на највећем броју локалитета (26,3 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 60-80 t/ha. У групи LP-Leptosol на највећем броју локалитета (43,6 %) утврђен је садржај органског угљеника са вредностима >150 t/ha. У групи LV-Luvisol на највећем броју локалитета (40,6 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 60-80 t/ha. У групи PL-Planosol на највећем броју локалитета (48,8 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 40-60 t/ha. У групи RG-Regosol на највећем броју локалитета (33,3 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 20-40 t/ha. У групи SC-Solonchak на највећем броју локалитета (55,6 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 40-60 t/ha. У групи SN-Solonetz на највећем броју локалитета (41,4 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 60-80 t/ha. У групи VR-Vertisol на највећем броју локалитета (48,6 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 60-80 t/ha.

Анализа за дубину до 100 cm показује да је у групи AR-Arenosol на највећем броју локалитета (38,6 %) утврђен садржај органског угљеника у распону 20-40 t/ha. У групи CH-Chernozem на највећем броју локалитета (27,8 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 80-100 t/ha. У групи CM-Cambisol на највећем броју локалитета (37,0 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 40-60 t/ha. У групи FL-Fluvisol на највећем броју локалитета (29,9 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 60-80 t/ha. У групи GL-Gleysol на највећем броју локалитета (31,6 %)

утврђен је садржај органског угљеника у распону 60-80 t/ha. У групи LP-Leptosol на највећем броју локалитета (28,6 %) утврђен је садржај органског угљеника са вредностима >150 t/ha. У групи LV-Luvisol на највећем броју локалитета (56,3 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 40-60 t/ha. У групи PL-Planosol на највећем броју локалитета (48,8 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 40-60 t/ha. У групи RG-Regosol на једнаком броју локалитета (25,0 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 20-40 t/ha, 40-60 t/ha и >150 t/ha. У групи SC-Solonchak на највећем броју локалитета (55,6 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 40-60 t/ha. У групи SN-Solonetz на највећем броју локалитета (48,3 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 60-80 t/ha. У групи VR-Vertisol на највећем броју локалитета (31,4 %) утврђен је садржај органског угљеника у распону 60-80 t/ha.

Табела 11. Процентуални удео локалитета са одређеним садржајем органског угљеника израженим у t/ha и приказано по WRB референтним групама земљишта на дубини до 30 cm (%)

t/ha	Референтна група земљишта											
	AR	CH	CM	FL	GL	LP	LV	PL	RG	SC	SN	VR
<20	11.9	1.4	0.0	0.0	2.6	0.9	0.0	2.4	0.0	11.1	0.0	0.0
20-40	42.6	4.6	4.1	8.2	0.0	3.8	0.0	7.3	33.3	22.2	13.8	2.9
40-60	27.7	18.5	24.1	34.0	23.7	9.5	18.8	48.8	25.0	55.6	17.2	25.7
60-80	12.9	37.5	27.9	30.9	26.3	15.6	40.6	19.5	0.0	0.0	41.4	48.6
80-100	4.0	26.9	18.5	12.4	21.1	10.0	18.8	17.1	8.3	0.0	17.2	11.4
100-150	1.0	11.1	16.3	11.3	21.1	16.6	21.9	2.4	16.7	11.1	10.3	11.4
>150	0.0	0.0	9.1	3.1	5.3	43.6	0.0	2.4	16.7	0.0	0.0	0.0

Табела 12. Процентуални удео локалитета са одређеним садржајем органског угљеника израженим у t/ha и приказано по WRB референтним групама земљишта на дубини до 100 cm (%)

t/ha	Референтна група земљишта											
	AR	CH	CM	FL	GL	LP	LV	PL	RG	SC	SN	VR
<20	5,0	0,9	0,6	1,0	0,0	4,3	0,0	0,0	16,7	11,1	0,0	0,0
20-40	38,6	4,6	19,1	9,3	0,0	21,3	3,1	19,5	25,0	11,1	10,3	2,9
40-60	30,7	14,4	37,0	21,6	28,9	14,7	56,3	48,8	25,0	55,6	27,6	25,7
60-80	13,9	25,0	24,1	29,9	31,6	16,1	21,9	22,0	0,0	11,1	48,3	31,4
80-100	10,9	27,8	8,5	18,6	21,1	9,5	12,5	4,9	0,0	11,1	10,3	20,0
100-150	0,0	17,1	4,1	9,3	5,3	6,2	6,3	4,9	8,3	0,0	3,4	11,4
>150	1,0	10,2	6,6	10,3	13,2	28,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	8,6

У Табелама 13 и 14 приказани су подаци анализе процентуалног удела локалитета са одређеним садржајем органског угљеника израженим у % и по WRB референтним групама земљишта, а

приказано у односу на укупан број од 1.363 анализираних локалитета. Анализа за дубину до 30 cm показује да је највише локалитета у групи AR-Arenosol (67,4 %) и у групи SC-Solonchak (60,0 %) у класи веома ниског садржаја (<1,0 %). У класи ниског садржаја (1,01-2,0 %) највише локалитета имају референтне групе CH-Chernozem (52,6 %), CM-Cambisol (51,4), FL-Fluvisol (60,8), LV-Luvisol (62,5 %), PL-Planosol (63,4 %), SN-Solonetz (69,0 %) и VR-Vertisol (71,4 %). У класи средњег садржаја (2,01-6,0 %) највише локалитета имају референтне групе GL-Gleysol (49,2 %) и LP-Leptosol (48,3 %). У групи RG-Regosol највише локалитета (33,3 %) је у класи веома ниског садржаја (<1,0 %) и у класи средњег садржаја (2,01-6,0 %).

Анализа за дубину до 100 cm показује да су референтне групе са највећим процентуалним уделом локалитета са вредностима садржаја органског угљеника <1,0 %: AR-Arenosol (92,4 %), CM-Cambisol (68,7 %), GL-Gleysol (45,9 %), LP-Leptosol (45,5 %), LV-Luvisol (65,6 %), PL-Planosol (85,4 %), RG-Regosol (66,7 %), SC-Solonchak (86,7 %) и SN-Solonetz (75,9 %). Групе које имају највећи процентуални удео локалитета са вредностима садржаја органског угљеника у распону 1,01-2,0 % су CH-Chernozem (62,8 %), FL-Fluvisol (50,5 %) и VR-Vertisol (51,4 %).

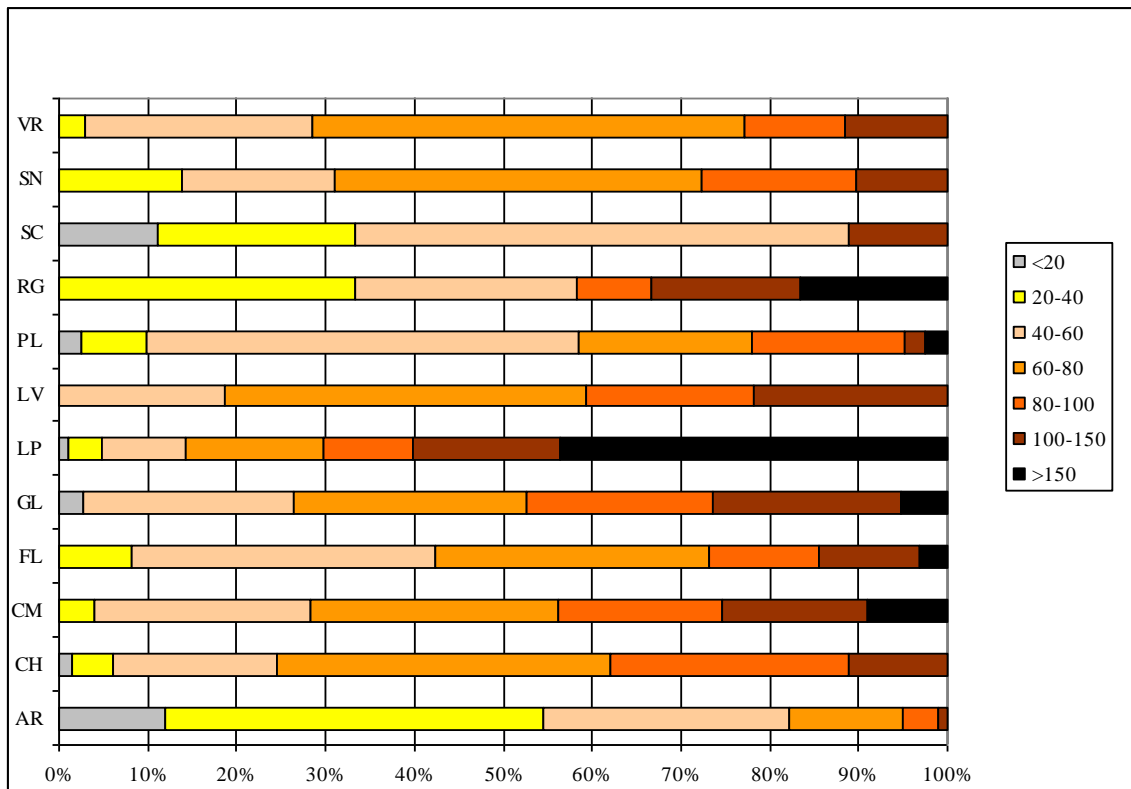
Табела 13. Процентуални удео локалитета са одређеним садржајем органског угљеника израженим у % и приказано по WRB референтним групама земљишта на дубини до 30 cm (%)

%	Референтна група земљишта											
	AR	CH	CM	FL	GL	LP	LV	PL	RG	SC	SN	VR
<1,0	67,4	8,5	5,6	11,3	1,6	5,2	0,0	17,1	33,3	60,0	10,3	5,7
1,0-2,0	31,1	52,6	51,4	60,8	47,5	25,6	62,5	63,4	25,0	20,0	69,0	71,4
2,0-6,0	1,5	38,5	40,1	27,8	49,2	48,3	37,5	19,5	33,3	20,0	20,7	22,9
6,0-12,5	0,0	0,0	2,8	0,0	1,6	20,4	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0
12,5-25,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25,0-35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

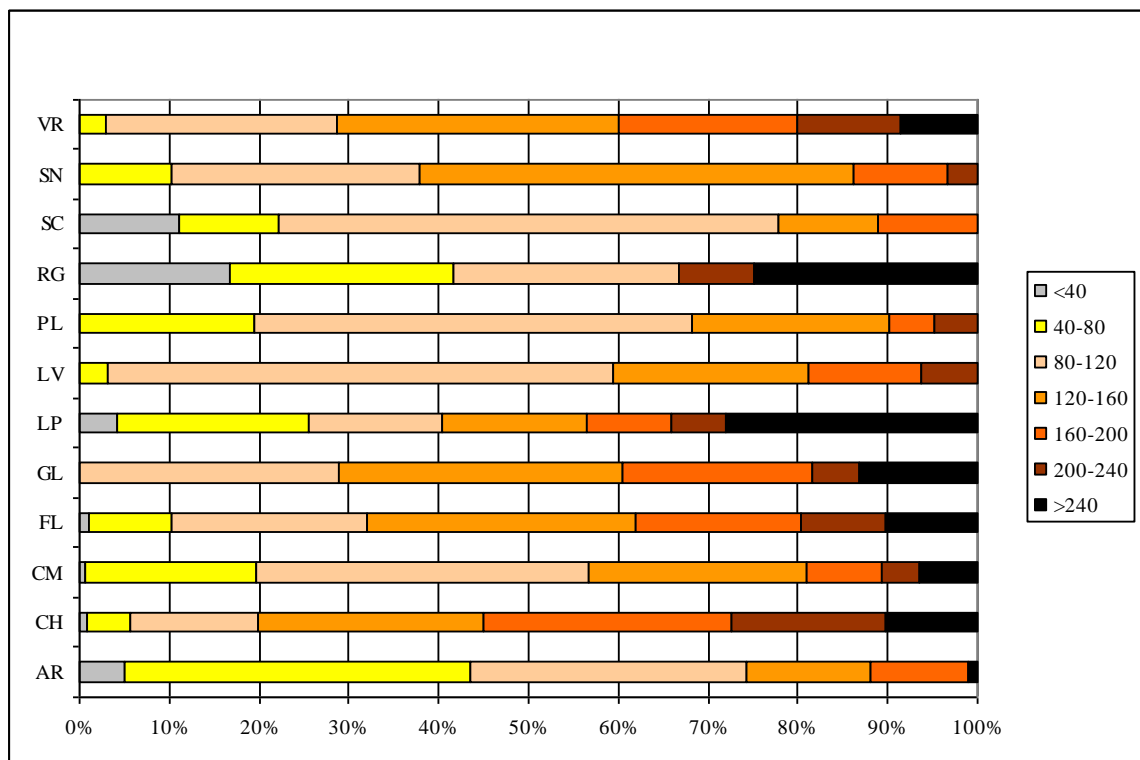
Табела 14. Процентуални удео локалитета са одређеним садржајем органског угљеника израженим у % и приказано по WRB референтним групама земљишта на дубини до 100 cm (%)

%	Референтна група земљишта											
	AR	CH	CM	FL	GL	LP	LV	PL	RG	SC	SN	VR
<1,0	92,0	31,2	68,7	43,3	45,9	45,5	65,6	85,4	66,7	86,7	75,9	42,9
1,0-2,0	8,0	62,8	27,3	50,5	42,6	31,8	34,4	14,6	8,3	13,3	24,1	51,4
2,0-6,0	0,0	5,7	4,1	6,2	11,5	22,7	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	5,7
6,0-12,5	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12,5-25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25,0-35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

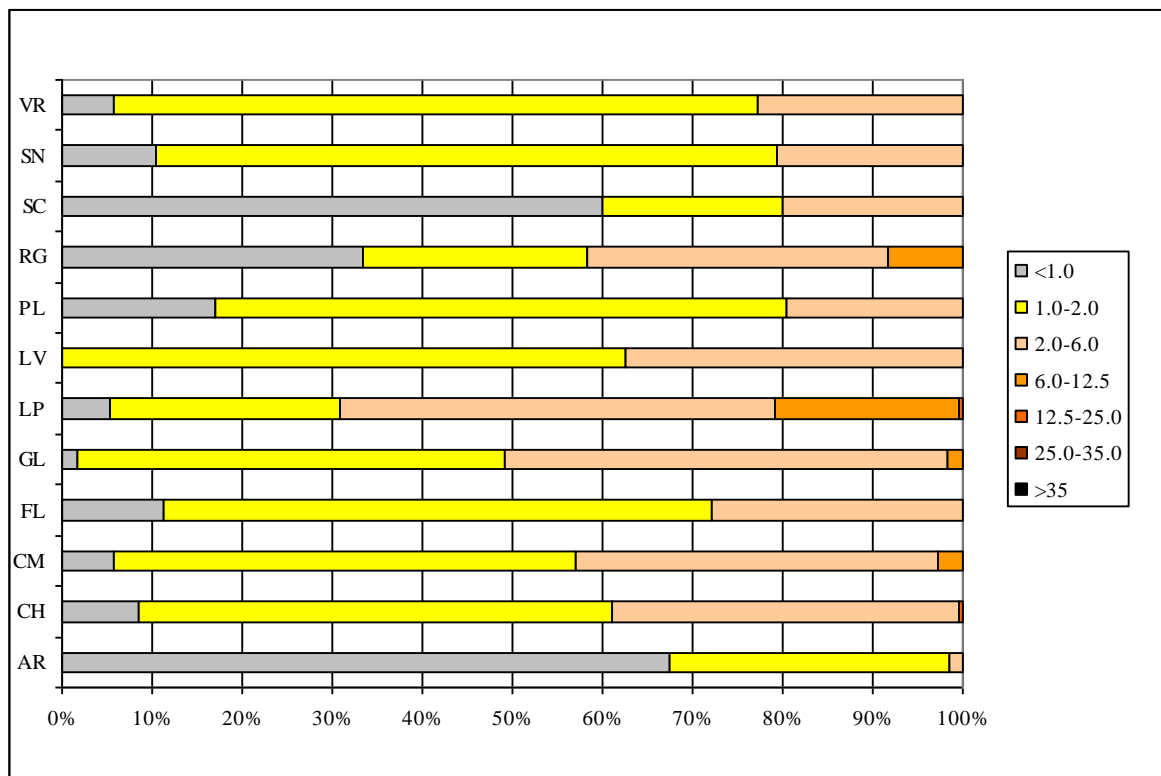
На Сликама 15, 16, 17 и 18 дат је графички приказ процентуалног удела локалитета са одређеним садржајем органског угљеника израженим у t/ha и % и по WRB референтним групама земљишта, а приказан у односу на укупан број анализираних локалитета.



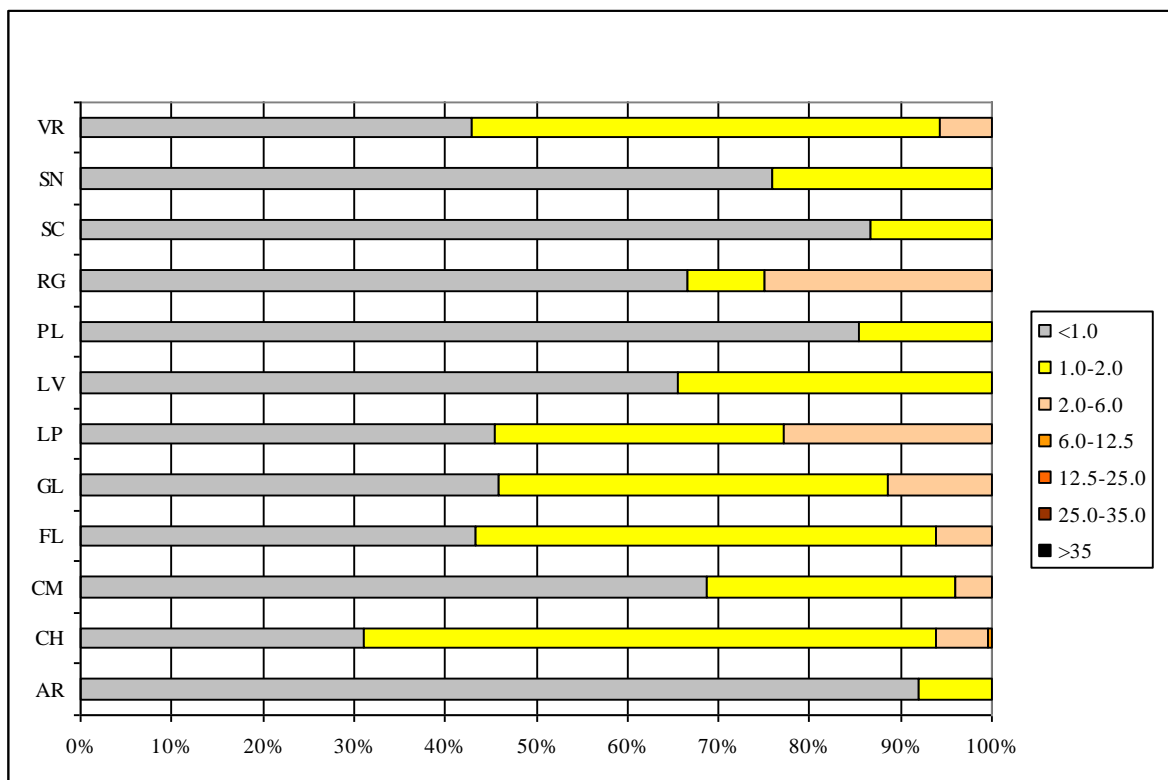
Слика 15. Процентуални удео локалитета са одређеним садржајем органског угљеника израженим у t/ha и приказано по WRB референтним групама земљишта на дубини до 30 cm (%)



Слика 16. Процентуални удео локалитета са одређеним садржајем органског угљеника израженим у t/ha и приказано по WRB референтним групама земљишта на дубини до 100 cm (%)

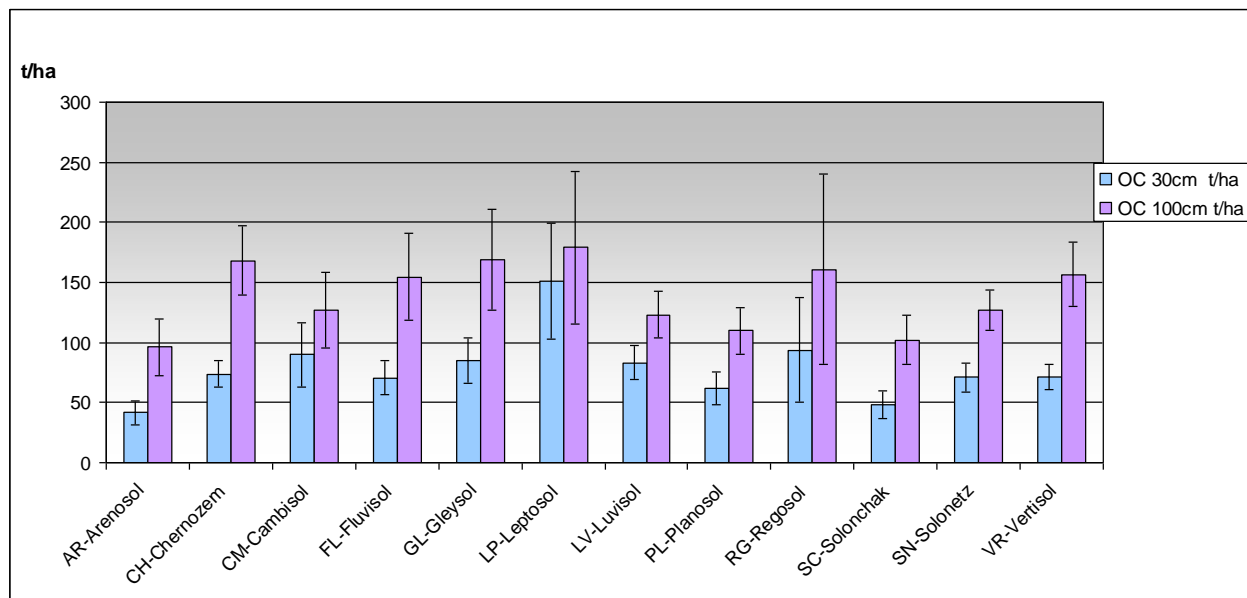


Слика 17. Процентуални удео локалитета са одређеним садржајем органског угљеника израженим у % и приказано по WRB референтним групама земљишта на дубини до 30 cm (%)

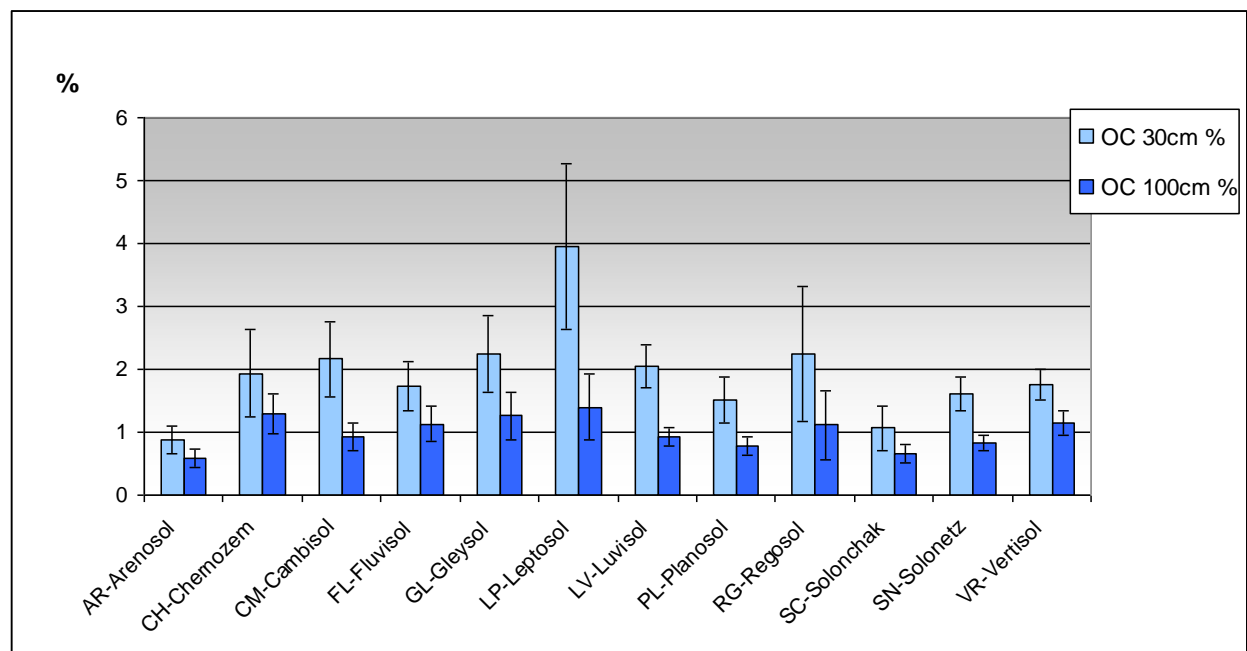


Слика 18. Процентуални удео локалитета са одређеним садржајем органског угљеника израженим у % и приказано по WRB референтним групама земљишта на дубини до 100 cm (%)

На Сликама 19 и 20 приказана је средња вредност и стандардна девијација садржаја органског угљеника у земљишту по WRB референтним групама земљишта у t/ha и у % на дубинама до 30 cm и 100 cm. Истраживања показују највећу средњу вредност садржаја органског угљеника у земљишту у референтној групи LP-Leptosol са средњим вредностима на дубини до 30 cm од 151,33 t/ha, док је вредност на дубини до 100 cm 178,95 t/ha. Вредност садржаја органског угљеника у земљишту мерена у % припада класи средњег садржаја (2,01-6,0 %) и има вредност 3,96 % на дубини до 30 cm, док је вредност на дубини до 100 cm 1,40 % (Vidojević et al., 2012). Анализе коефицијената варијације показују да вредности аритметичке средине нису довољно репрезентативне у овој групи ($V > 50$ %). Најмања средња вредност садржаја органског угљеника је у референтној групи AR-Arenosol са средњим вредностима на дубини до 30 cm од 41,78 t/ha, док је вредност на дубини до 100 cm 96,03 t/ha. Вредност садржаја органског угљеника у % припада класи веома ниског садржаја (<1 %) и има вредност 0,88 % на дубини до 30 cm, док је вредност на дубини до 100 cm 0,58 %. Анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине довољно репрезентативне у овој групи ($V < 50$ %).



Слика 19. Средња вредност садржаја органског угљеника по WRB референтним групама земљишта на дубинама до 30 cm и до 100 cm (t/ha)



Слика 20. Средња вредност садржаја органског угљеника по WRB референтним групама земљишта на дубинама до 30 cm и до 100 cm (%)

На основу класификације Шкорић и сар. (1985) и Ћирић (1991), као и описа који су дали Ресуловић и сар. (2008) дате су основне карактеристике издвојених референтних група земљишта у WRB систему у оквиру којих је извршена процена резерви садржаја органског угљеника у земљишту Републике Србије.

6.2.1 Основне карактеристике WRB референтних група земљишта у односу на садржај органског угљеника

РЕД: Аутоморфна земљишта

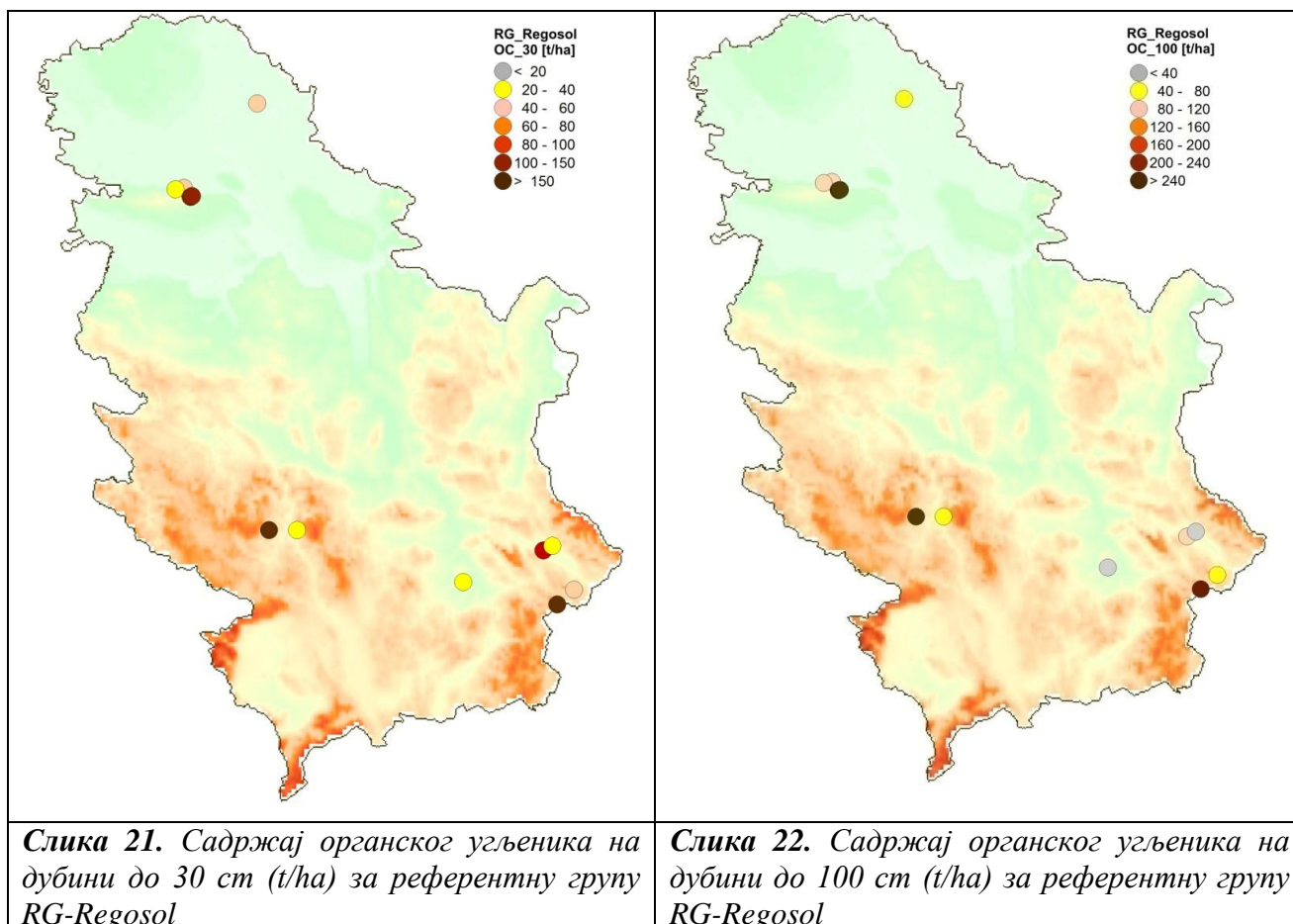
Класа: неразвијена земљишта

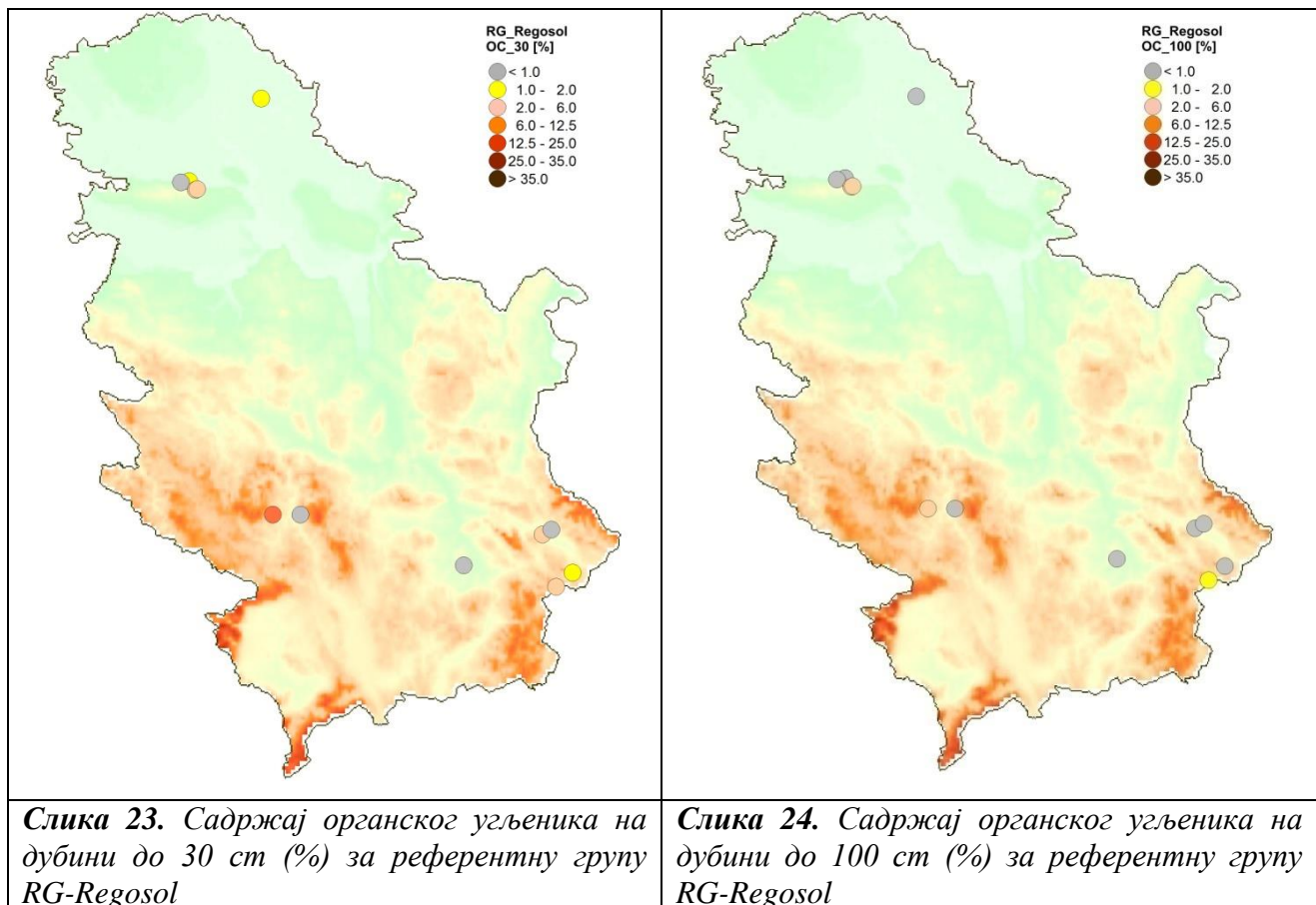
Референтна група **LP-Leptosol** обухвата више типова земљишта у националној класификацији који се налазе у класи неразвијених и хумусно-акумулативних земљишта.

- **Lithic Leptosol** обухвата земљишта из реда аутоморфних земљишта, класе неразвијених земљишта, грађа профила Ai-mC, која имају доминацију фракције камена и означена су као камењари. У националној класификацији означена су као кречњачко-доломитни камењари или Камењар-Литосол. Под називом камењар подразумева се и земљиште које представља иницијалну форму развоја на једној стени, то су неразвијена земљишта, састављена претежно од растрошеног скелета (lithos-стена) чија дубина није већа од 20 cm, а затим прелази у компактну или слабо раздробљену стену. Образују се на нагибима у брдско-планинским областима, а такође и на зарављеним формама рељефа или на блажим нагибима тврдых стеновитих масива. Ово су земљишта чији се (A) хоризонт одликује фрагментарном акумулацијом хумуса у појединим крупним порама, док се појединачна гнезда "хумуса" могу наћи и на већи дубинама. Дубина ових земљишта варира, механички елементи који доминирају су већи од 2 mm, док се између крупних механичких елемената налазе и механички елементи мањи од 2 mm који представљају иницијалну фазу (A) хоризонта. У овој зони се врши акумулација хумусних једињења. Вода се не задржава у камењарима, површински хоризонт је сиромашан хранивима - нема адсорптивног комплекса. Ово су сува станишта, користе се као пашњаци слабог бонитета (Ресуловић и сар., 2008).

Референтна група **RG-Regosol** или сироземи на растреситим стенама обухвата земљишта из реда аутоморфних земљишта, класе неразвијених земљишта, грађа профила Ai-IC, малих производних могућности настала на растреситим супстратима и супстратима који се лако физички распадају (осим алувијалних, делувијалних, еолских наноса и скелетног детритуса). Настају ерозијом раније створених земљишта и иницијалним процесима педогенезе која није довела до стварања хумусног А хоризонта. Површински (A) хоризонт је са фрагментарним распоредом хумуса. Физичка и хемијска својства су у потпуности зависна од матичног супстрата. Важна карактеристика је да имају већу физиолошку дубину од физичке дубине профила земљишта. Садржај хумуса се креће од 0,6 % до 1,2 % и виши је од садржаја хумуса у литосолима на чврстим стенама. Регосоли се, услед нешто веће дубине, могу обрађивати. Уношењем органских ђубрива повећавају им се производна својства и могу се довести до нивоа доста плодног тла (Ресуловић и сар., 2008).

У оквиру референтне групе RG-Regosol анализирано је 12 профила земљишта. Вредности за ОС t/ha на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 26,251-298,43 t/ha, средња вредност је 93,74 t/ha, стандардна девијација има вредност 87,0842 t/ha и коефицијент варијације је 92,90 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 26,51-425,53 t/ha, средња вредност је 160,88 t/ha, стандардна девијација има вредност 157,9812 t/ha и коефицијент варијације је 98,20 %. Вредности за ОС % на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 0,53-7,15 %, средња вредност је 2,25 % и припада класи средњег садржаја (2,01-6,0 %), стандардна девијација има вредност 2,1350 % и коефицијент варијације је 94,89 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 0,16-2,86 %, средња вредност је 1,11 %, стандардна девијација има вредност 1,0830 % и коефицијент варијације је 90,09 %. Анализе коефицијената варијације показују да вредности аритметичке средине нису довољно репрезентативне у овој групи ($V > 50\%$). На Сликама 21, 22, 23 и 24 је приказан просторни распоред и вредности ОС на локалитетима у оквиру референтне групе Regosol.

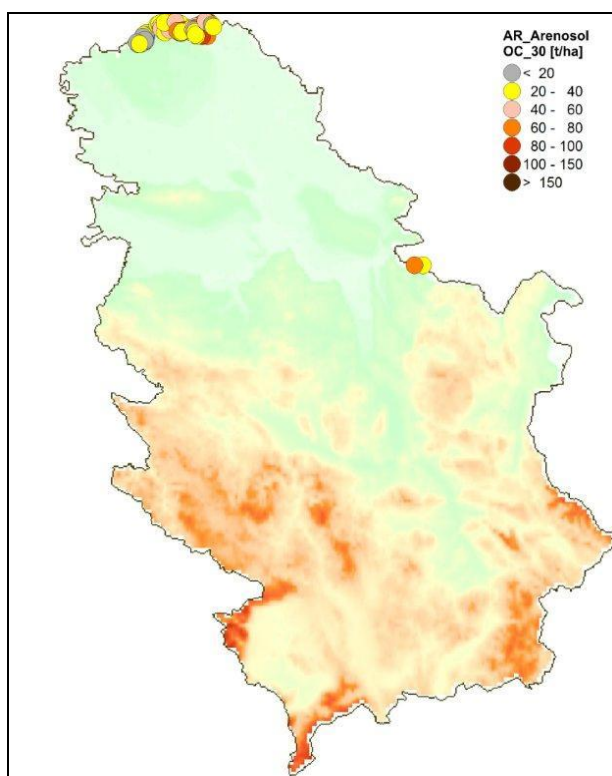




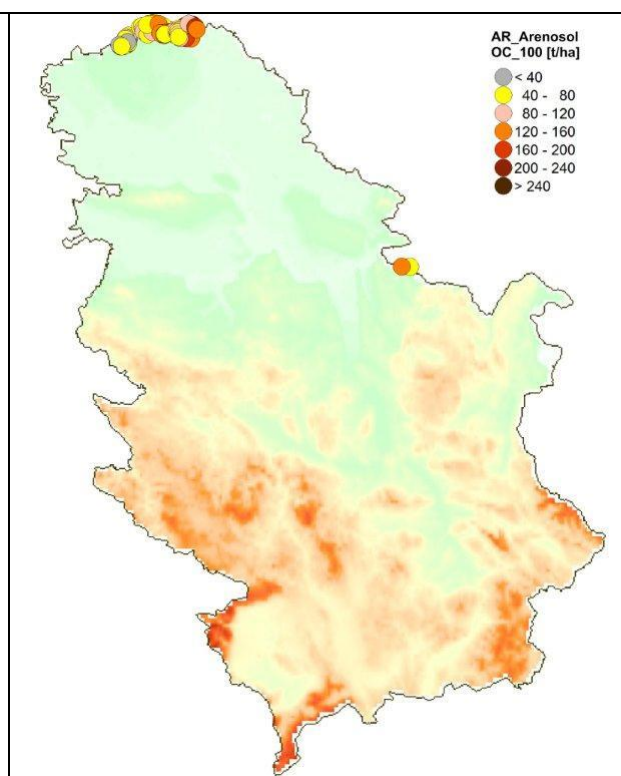
Референтна група **AR-Arenosol** обухвата земљишта из реда аутоморфних земљишта, класе неразвијених земљишта, грађа профила Ai-1C. Ово је изразито песковито земљиште образовано на еолском седименту. У националној класификацији ова земљишта су означена као еолска земљишта или "живи песак". Пешчара има највише у Панонској низији (Делиблатска пешчара, Суботичка пешчара) и на десној страни Дунава испред Ђердапа (Рамска, Градиштанска и Голубачка пешчара). Ова земљишта по текстурном или механичком саставу садрже 90-96 % фракције песка. Због сталног премештања површинских слојева не може да се образује прави хумусни А хоризонт, па се могу трајно одржати као неразвијена земљишта. Садржај хумуса у покретним песковима је мањи од 1 %, док је у везаним песковима 1-2 %. Неки пескови садрже карбонате, док су други бескарбонатни или силикатни. Малог су капацитета апсорпције и мале производне способности (Ресуловић и сар., 2008).

У оквиру референтне групе AR-Arenosol анализиран је 101 профил земљишта за утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у t/ha. Вредности за ОС на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 3,72-101,90 t/ha, средња вредност је 41,78 t/ha, стандардна девијација има вредност 20,0397 t/ha и коефицијент варијације је 47,96 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 10,06-308,66 t/ha, средња вредност је 96,03 t/ha, стандардна девијација има вредност 47,0662 t/ha и коефицијент варијације је 49,01 %. За утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у % анализиран је нешто већи број

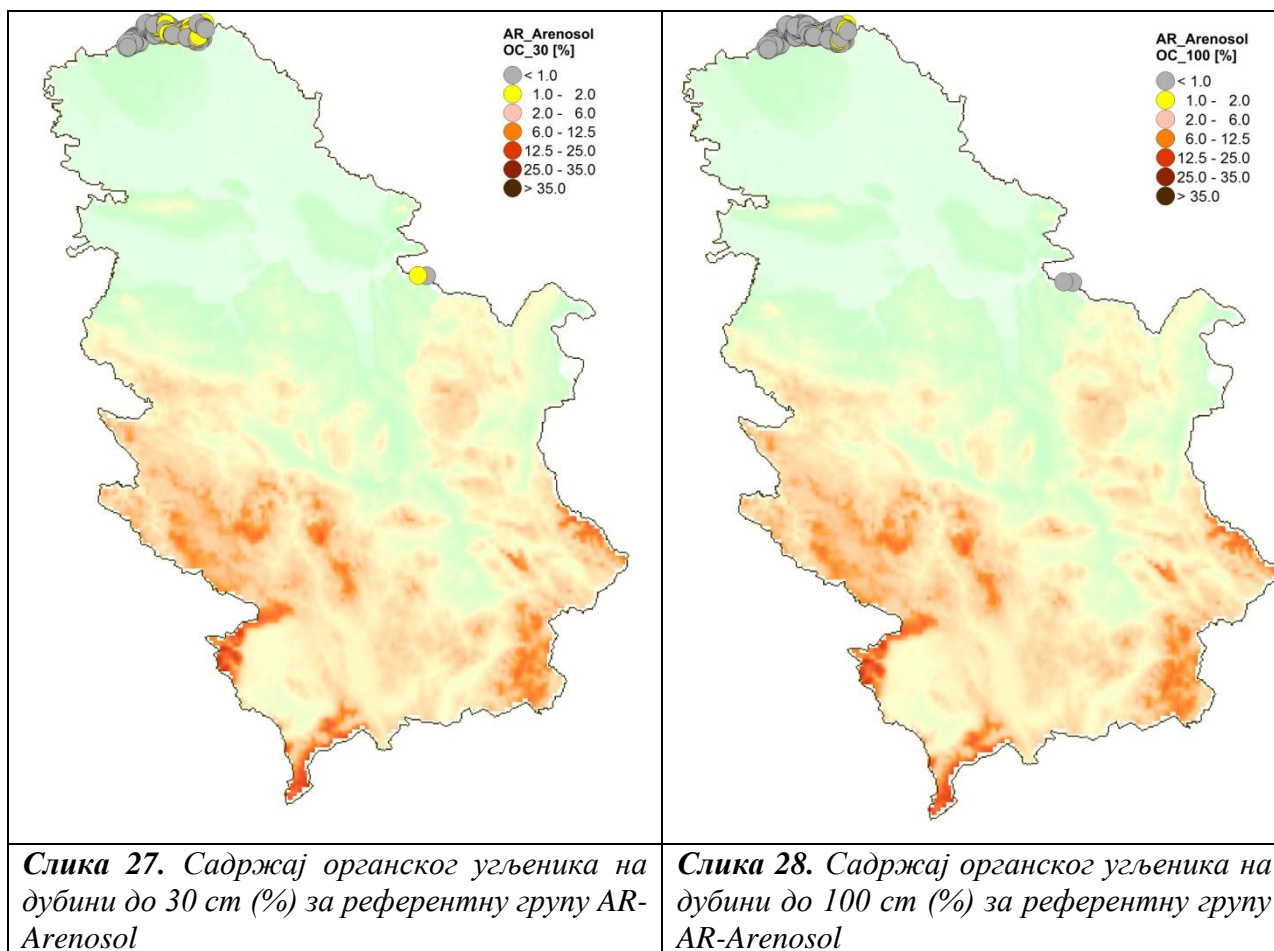
профила, укупно 264 профила земљишта. Вредности за ОС на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 0,08-2,34 %, средња вредност 0,88 % припада класи веома ниског садржаја (<1 %), стандардна девијација има вредност 0,4430 % и коефицијент варијације је 50,34 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 0,06-1,76 %, средња вредност је 0,58 %, стандардна девијација има вредност 0,2808 % и коефицијент варијације 48,41 %. Анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине довољно репрезентативне у овој групи ($V < 50$ %). На Сликама 25, 26, 27 и 28 је приказан просторни распоред и вредности ОС на локалитетима у оквиру референтне групе Arenosol.



Слика 25. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (t/ha) за референтну групу AR-Arenosol



Слика 26. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (t/ha) за референтну групу AR-Arenosol

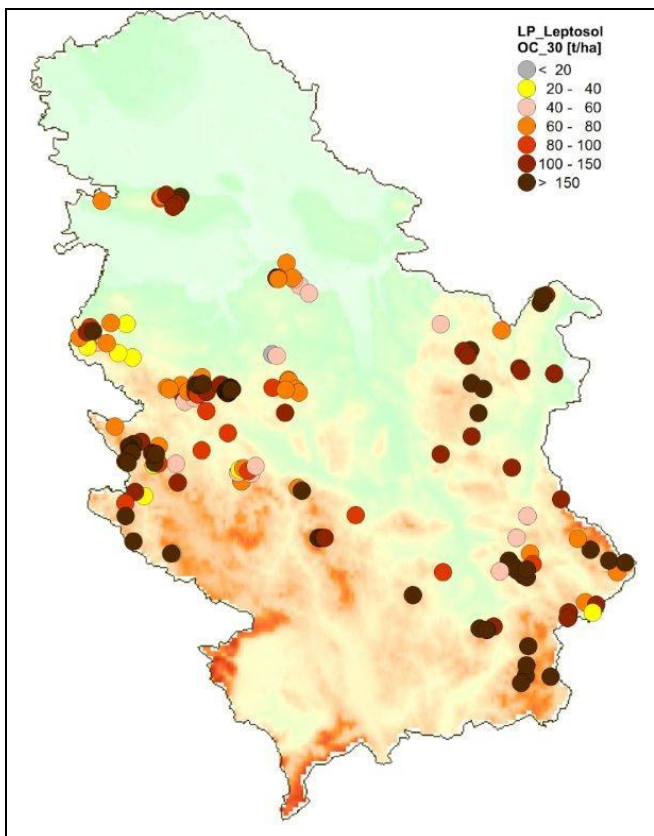
**Класа: хумусно-акумулативна земљишта****Референтна група LP-Leptosol:**

Molic Leptosol обухвата земљишта класе хумусно-акумулативних земљишта, грађа профила Ah - mC, тип кречњачко-доломитна црница (калкомеланосол). Код нас су распрострањена највише у планинским областима на Девици, Сврљишким планинама, Сувој планини, Старој планини и Видличу, Влашкој планини, Ртњу, Тупижници и Кучајским планинама, Тари, Јуничкој планини, Жљебу, Мокрој Гори, Паштрку, Коритнику, Ошљаку и на северном делу Копаоника. Земљишни профил је дубок до 30 cm, а земљиште је некарбонатно и богато хумусом, због чега има тамносмеђу до црну боју. Процес физичког распадања једрих кречњака и доломитних стена је веома спор, па је и хемијско распадање ових стена веома споро. Садржај хумуса је у органогеној фази од 25-50 %, а органоминералној 10-25 %. Услед богатства хумусом, одликују се високом капацитетом адсорпције. Веома су водопропусна. Добро су обезбеђена приступачним облицима калијума, а веома сиромашна у приступачном фосфору. Ова земљишта су углавном под ливадама и пашњацима, мањи део је под шумом, а најмањи под ораницама (Ресуловић и сар., 2008).

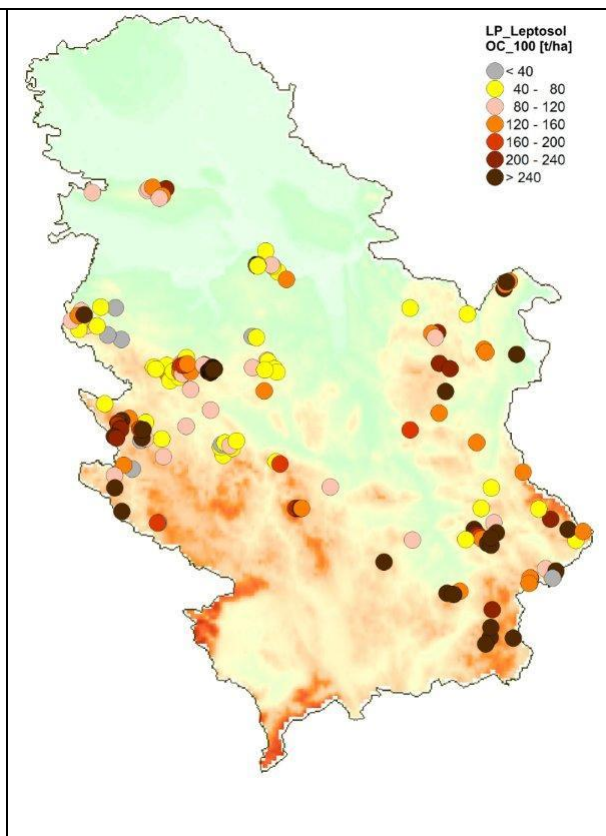
Dystric Leptosol и **Eutric Leptosol** обухвата земљишта класе хумусно-акумулативних земљишта, грађа профила Ah-mC на једном супстрату или Ah-lC на површински дезинтегрисаном супстрату, тип хумусно силикатна земљишта или Ранкери. У генези ових земљишта разликују се следећи процеси: јака акумулација хумуса, јако физичко и слабо хемијско распадање стена, јака деалкализација целог профила и јака ерозија (Филиповски, 1974). Акумулација хумуса се врши услед неповољних хидро-термичких услова минерализације органских материја. Јако физичко распадање је условљено температурним екстремима, што са друге стране успорава јаче хемијско распадање. Ранкери се претежно налазе у бртско-планинским рејонима. По текстурном саставу ранкери су лагане иловаче. Садржај хумуса се креће од 10 % до 25 %, што зависи од развојних стадијума ранкера и од надморске висине. Са повећањем надморске висине повећава се и садржај хумуса у ранкерима. Ранкери се најчешће користе као шумска станишта или као пашњаци и ливаде, а делом и као оранице (Ресуловић и сар., 2008).

Rendzic Leptosol обухвата земљишта класе хумусно-акумулативних земљишта, тип хумусно-карбонатних земљишта или Рендзине. Ова земљишта садрже доста скелета. То су земљишта грађе профила са Ah-lC, настала на физички растрошеним доломитима, на растреситим карбонатним седиментима, лапоровитим кречњацима, на лапорцима, на карбонатним пешчарима, конгломератима и бречама, моренским наносима и точилима. Главни процеси који се одвијају у рендзинама су акумулација зрелог хумуса и биогених елемената, zasiћење комплекса са Ca и Mg-јонима, као и премештање CaCO_3 и MgCO_3 и образовање хумусно-минералног комплекса. Рендзине могу бити глиновитог до песковитог механичког састава. Садржај хумуса има широк интервал, од 5-20 %, па и више. Садржај се повећава са надморском висином (Ресуловић и сар., 2008).

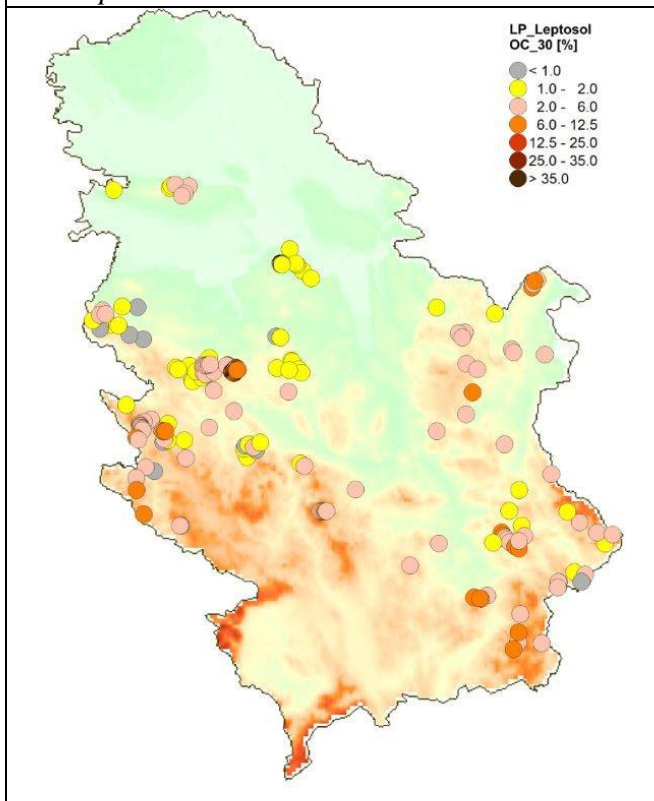
У оквиру референтне групе LP-Leptosol анализирано је 211 профила земљишта за утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у t/ha и %. Вредности за ОС t/ha на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 11,06-527,22 t/ha, средња вредност је 151,33 t/ha, стандардна девијација има вредност 96,9518 t/ha и коефицијент варијације 64,07 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 11,06-658,40 t/ha, средња вредност је 178,95 t/ha, стандардна девијација има вредност 127,3328 t/ha и коефицијент варијације је 71,16 %. Вредности за ОС % на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 0,25-12,99 %, средња вредност је 3,96 % која одговара класи средњег садржаја (2,0-6,0 %), стандардна девијација има вредност 2,6371 % и коефицијент варијације је 66,59 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 0,08-5,35 %, средња вредност је 1,40 %, стандардна девијација има вредност 1,0387 % и коефицијент варијације је 74,19 %. Анализе коефицијената варијације показују да вредности аритметичке средине нису довољно репрезентативне у овој групи ($V > 50$ %). На Сликама 29, 30, 31 и 32 је приказан просторни распоред и вредности ОС на локалитетима у оквиру референтне групе Leptosol.



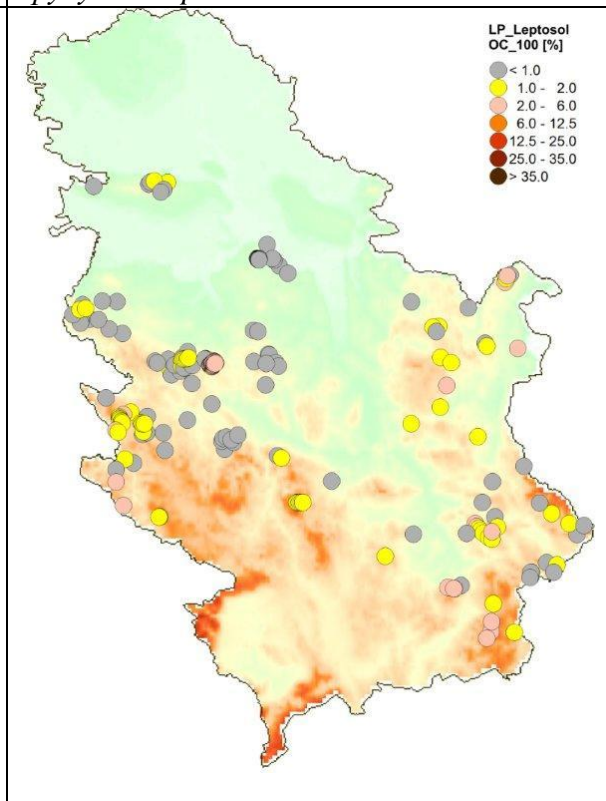
Слика 29. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (t/ha) за референтну групу LP-Leptosol



Слика 30. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (t/ha) за референтну групу LP-Leptosol



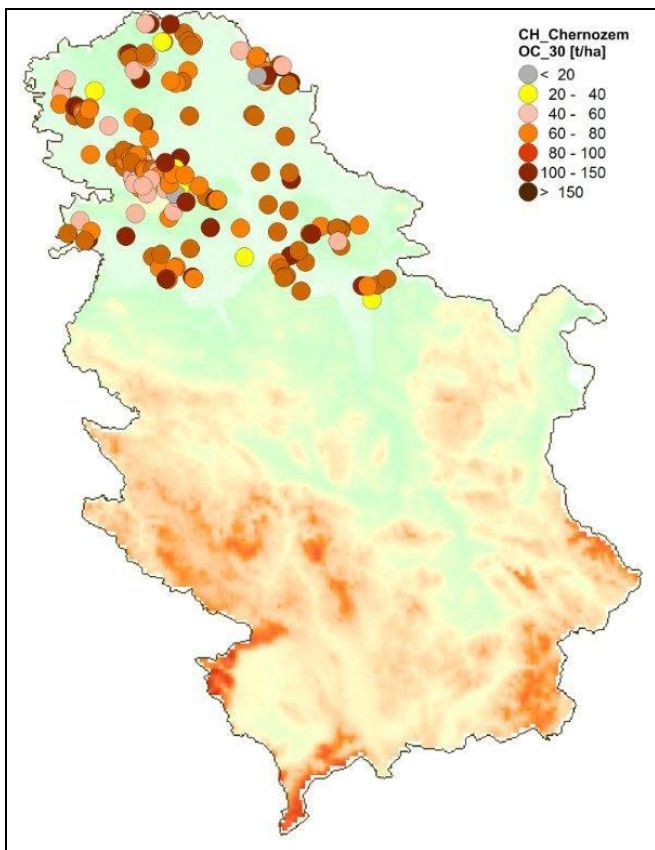
Слика 31. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (%) за референтну групу LP-Leptosol



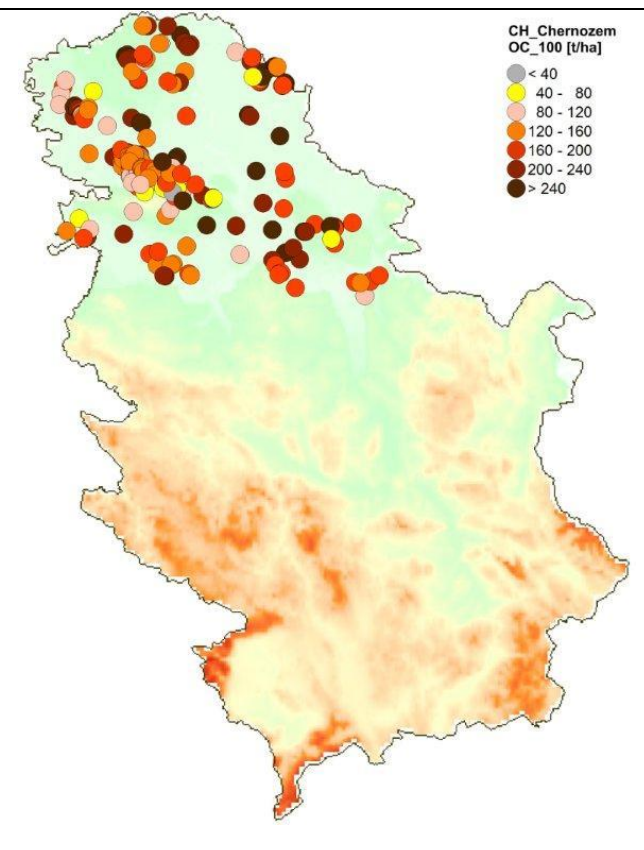
Слика 32. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (%) за референтну групу LP-Leptosol

Референтна група СН-Chernozem обухвата земљишта класе хумусно-акумулативних земљишта, грађа профила Ah-IC, или уколико има прелазни хоризонт Ah-AhIC-IC, тип земљишта означен у националној класификацији као Чернозем. Ово је земљиште семиаридног степског подручја, са моличним акумулативно-хумусним хоризонтом дебљим од 40 cm и прелазним AC хоризонтом (25-30 cm), развија се на карбонатним иловастим, а ређе и песковитим растреситим супстратима. Боја хумусног хоризонта је тамносмеђа. Черноземи имају добро изражену зрнасту структуру (осим на песку). Садржај OM код необрађених чернозема је око 6 %. Чернозем који се обрађује садржи 2-4 % хумуса. Обрадом долази до смањења садржаја OM у ораничном слоју (Ресуловић и сар., 2008).

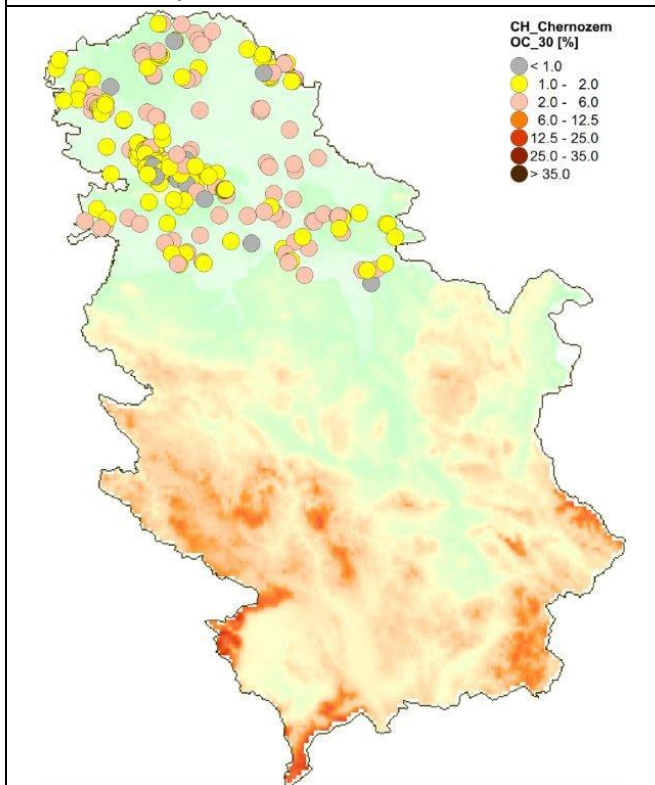
У оквиру референтне групе СН-Chernozem анализирано је 216 профила земљишта за утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у t/ha. Вредности за OC на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 7,89-133,51 t/ha, средња вредност је 73,82 t/ha, стандардна девијација има вредност 21,8572 t/ha и коефицијент варијације је 29,61 %. Вредности за OC на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 24,21-341,37 t/ha, средња вредност је 168,20 t/ha, стандардна девијација има вредност 57,8800 t/ha и коефицијент варијације је 34,41 %. За утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у % анализиран је нешто већи број профила, укупно 247 профила земљишта. Вредности за OC на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 0,18-21,72 %, средња вредност је 1,93 % и припада класи ниског садржаја (1,01-2,0 %), стандардна девијација има вредност 1,3936 % и коефицијент варијације 72,21 %. Вредности за OC на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 0,17-8,55 %, средња вредност је 1,29 %, стандардна девијација има вредности 0,6529 % и коефицијент варијације 50,61 %. Анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине за садржај органског угљеника у t/ha репрезентативне ($V < 50$ %), док за садржај органског угљеника у % нису довољно репрезентативне у овој групи ($V > 50$ %). На Сликама 33, 34, 35 и 36 је приказан просторни распоред и вредности OC на локалитетима у оквиру референтне групе Chernozem.



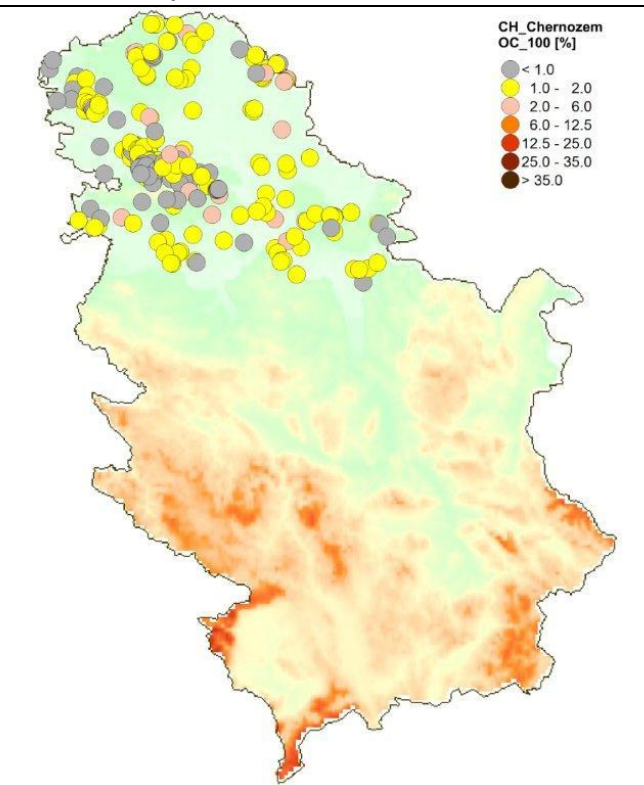
Слика 33. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (t/ha) за референтну групу CH-Chernozem



Слика 34. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (t/ha) за референтну групу CH-Chernozem



Слика 35. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (%) за референтну групу CH-Chernozem

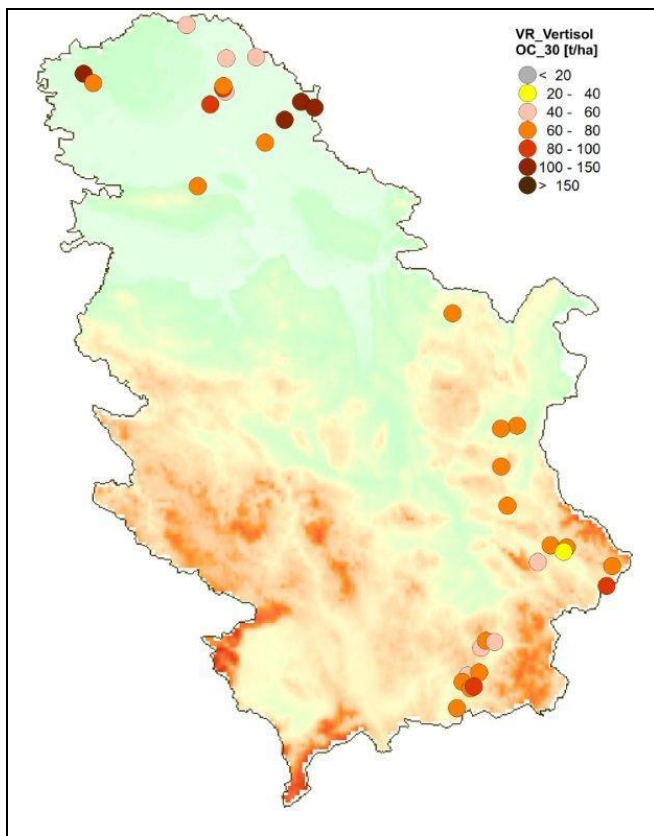


Слика 36. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (%) за референтну групу CH-Chernozem

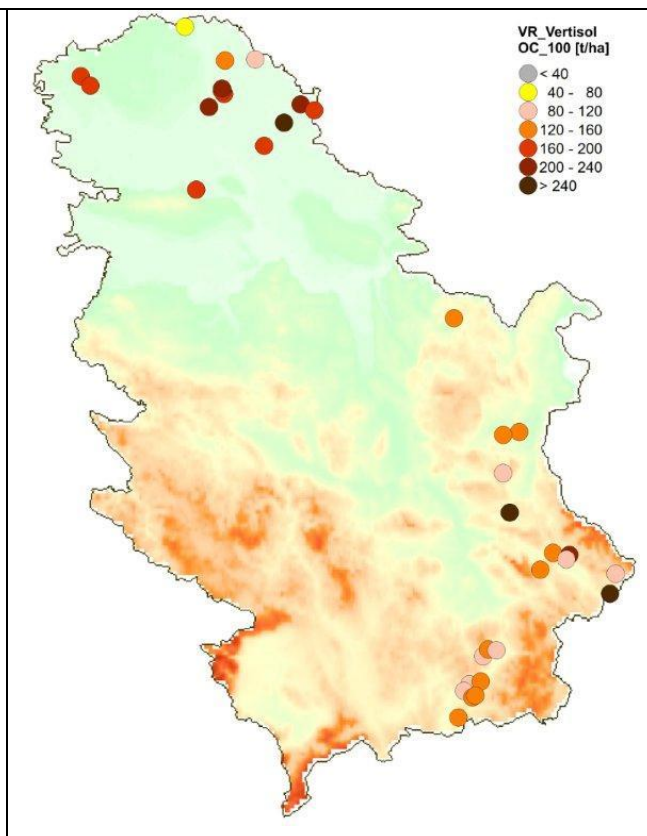
Референтна група VR-Vertisol:

Haplic Vertisol и **Chromic Vertisol** обухвата земљишта класе хумусно-акумулативних земљишта, тип земљишта означен у националној класификацији као Смонице или Вертисоли. Формира се на супстратима са више од 30 % глине. Имају Ah-Ah1C-1C грађу профила, при чему А хоризонт има вертикалне карактеристике (A,vt), а карактер његовог хумуса је нешто специфичан: формира се у условима терестичне педогенезе, али због слабе унутрашње дренаже носи извесна обележја хидроморфног хумуса, што је видљиво по боји. Садржај хумуса је до 5 %. Ова земљишта имају велики значај јер се налазе у котлинама које представљају центре пољопривредне производње. По плодности долазе иза дубоких алувијума, чернозема и ливадских црница (Ресуловић и сар., 2008).

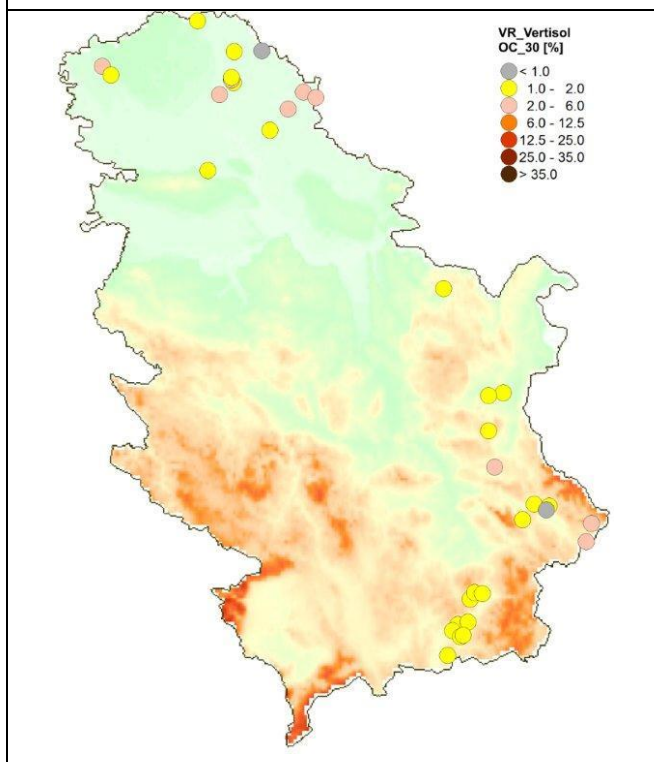
У оквиру референтне групе VR-Vertisol анализирано је 35 профила земљишта за утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у t/ha и %. Вредности за ОС t/ha на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 33,25-129,26 t/ha, средња вредност је 71,09 t/ha, стандардна девијација има вредност 21,0797 t/ha и коефицијент варијације је 29,65 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 58,26-275,29 t/ha, средња вредност је 156,34 t/ha, стандардна девијација има вредност 53,5831 t/ha и коефицијент варијације је 34,27 %. Вредности за ОС % на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 0,90-3,03 %, средња вредност је 1,76 % и припада класи ниског садржаја (1,01-2,0 %), стандардна девијација има вредност 0,4791 % и коефицијент варијације је 27,22 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 0,40-2,14 %, средња вредност је 1,15 %, стандардна девијација има вредност 0,3991 % и коефицијент варијације је 34,70 %. Анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине довољно репрезентативне у овој групи ($V < 50$ %). На Сликама 37, 38, 39 и 40 је приказан просторни распоред и вредности ОС на локалитетима у оквиру референтне групе Vertisol.



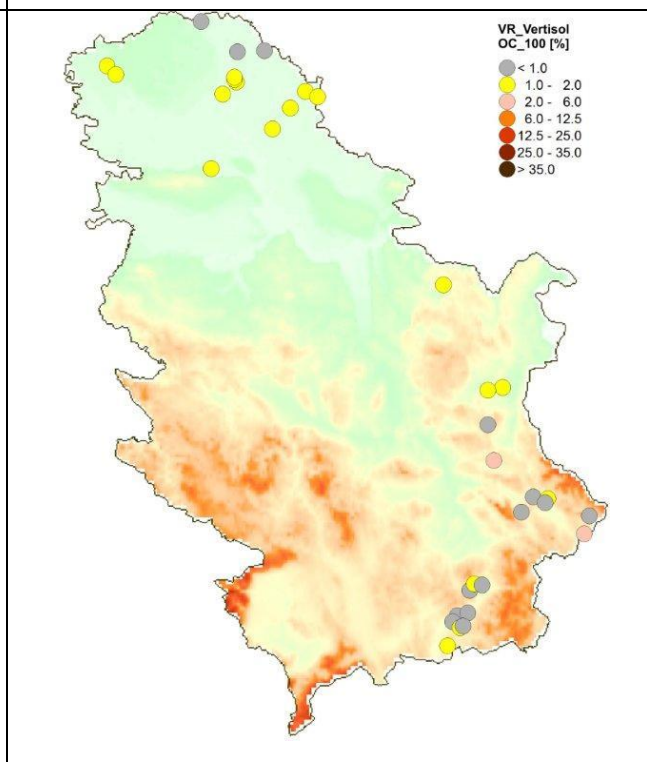
Слика 37. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (t/ha) за референтну групу VR-Vertisol



Слика 38. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (t/ha) за референтну групу VR-Vertisol



Слика 39. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (%) за референтну групу VR-Vertisol



Слика 40. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (%) за референтну групу VR-Vertisol

Класа: камбична гла-смеђа земљишта**Референтна група CM-Cambisol:**

Calcic Cambisol обухвата земљишта класе камбичних гла-смеђа земљишта, грађа профила Ah-B_{gz}-C_n, тип земљишта означен је у националној класификацији као Смеђа земљишта на кречњацима и доломитима или Калкокамбисол. Ово земљиште је са моличним (Amo) или охричним (Aoh) хумусним хоризонтом који лежи непосредно изнад камбичног хоризонта типа (B)_{gz} смеђе боје. Ствара се на чистим кречњацима и доломитима. Карактеристичан је иловастим или тежим гранулометријским саставом. Ова земљишта се налазе у планинским и брдским подручјима, на једрим мезозојском кречњацима и кречњачко-доломитним стенама, а ређе на чистим доломитима. Садржај хумуса јако варира у калкокамбисолима. Под шумом (природна вегетација) износи 5-10 %, а у обрађеним 2-4 %. (B)_{gz} хоризонт је сиромашан хумусом, а садржаји се најчешће крећу испод 2 %. Ова земљишта се користе као добра шумска станишта, а има и знатних површина и под пољопривредним културама (Ресуловић и сар., 2008).

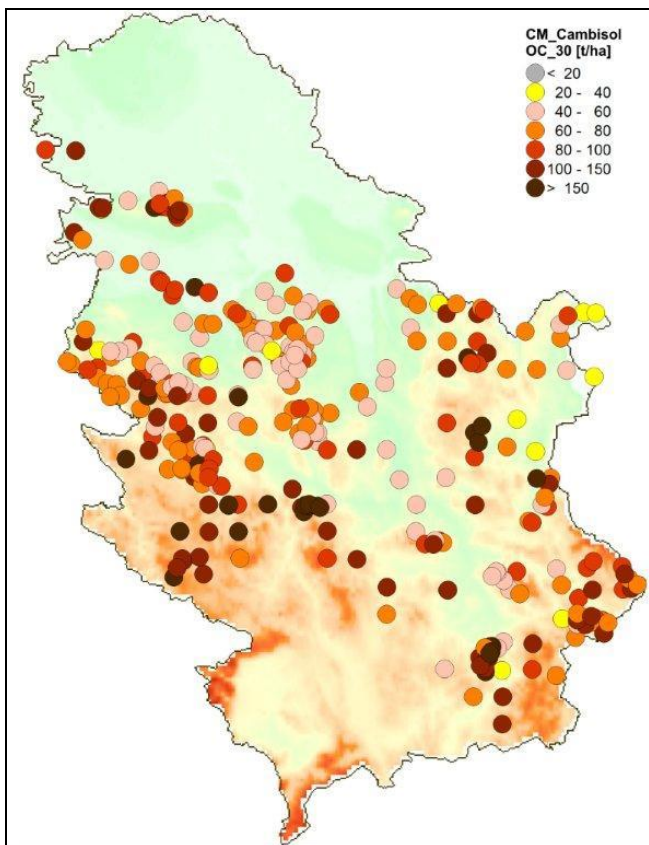
Eutric Cambisol обухвата земљишта класе камбичних гла-смеђа земљишта, грађа профила Ah-B_v-C_s, тип земљишта означен је у националној класификацији као Еутрична смеђа земљишта или Еутрични камбисоли. Ово земљиште је са моличним (Amo) или орхичним (Aoh) хумусним хоризонтом који лежи непосредно изнад камбичног хоризонта типа (B)_v. Образује се на лесу и другим базама богатим седиментима, као и на неутралним и базичним еруптивним стенама. У овај тип укључено је и смеђе тло на перидотиту, које је био самосталан тип земљишта у ранијој класификацији. Садржај глине је око 35-45 % и он је већи у B_v хоризонту. Садржај хумуса код обрађених камбисола просечно износи 2-3 %, а у шуми 4-5 %. Хумус се добро минерализује. По производним својствима еутрични камбисол спада у земљишта средње производне вредности (Ресуловић и сар., 2008).

Ferric Cambisol обухвата земљишта класе камбичних земљишта-смеђа земљишта, грађа профила Ah-B_v-C_n, тип земљишта означен је у националној класификацији као Дистрично смеђе земљиште или Дистрични камбисол. Ово земљиште карактерише охрични (Aoh) или умбрични (Aum) хумусни хоризонт, који лежи непосредно изнад камбичног хоризонта типа (B)_v. Степен zasiћености базама је мањи од 50 %, а реакција је кисела. Образује се на киселим стенама (пешчари, филити, глинци, киселе еруптивне и друге кварцно-силикатне стене). Заступљени су у планинским рејонима. Стварају се на киселим кварцно-силикатним супстратима, као и на компактним стенама, а такође и на растреситим седиментима. Јављају се и на граниту, гнајсу, микашисту, филту, кристаластим шкриљцима и др. У односу на текстурни састав то су претежно лака тла, лакше

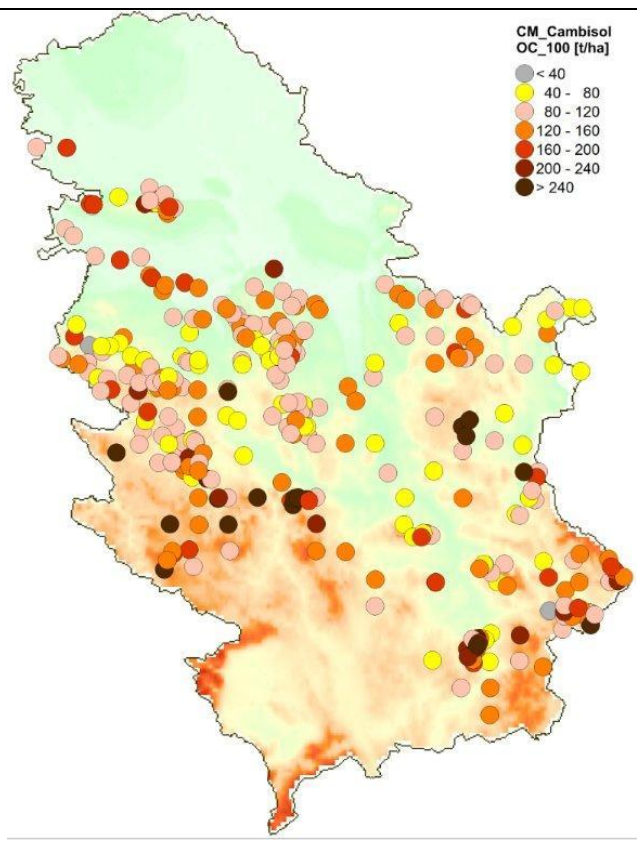
иловаче. Садржај хумуса у А хоризонту зависи од надморске висине, на мањим надморским висинама садржај је од 2-5 %, а изнад 1.000 m од 5-10 %. У обрадивим земљиштима садржај је за половину мањи. Ово су типична шумска земљишта, али се користе и као ливаде и пашњаци, у неким случајевима и као оранице (Ресуловић и сар., 2008).

Rodic (Chromic) Cambisol обухвата земљишта класе камбичних тла-смеђа земљишта, грађа профила Ah-Brz-C, тип земљишта означен је у националној класификацији као Црвеница или Terra rossa. Црвеница је земљиште медитеранског и субмедитеранског подручја са охричним хумусним хоризонтом (Aoh) који лежи непосредно изнад камбичног (B)rz хоризонта и који има црвену боју која потиче од минерала хематита. Формира се на чистим вапненцима и доломитима који су карстифицирани, а солум је некарбонатан. Гранулометријски састав је тежи од иловастог. То су бескарбонатна земљишта, са неутралном до слабо киселом реакцијом. Садржај хумуса износи 2-3 % у природним условима (шуме), док оне црвенице које се обрађују имају мање од 2 %. Карактеришу се осредњим производним способностима (Ресуловић и сар., 2008).

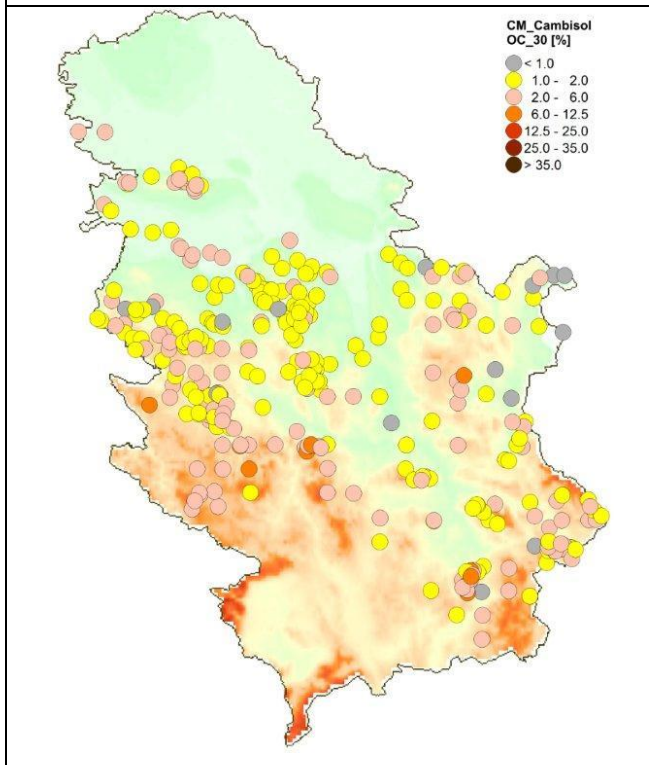
У оквиру референтне групе CM-Cambisol анализирано је 319 профила земљишта за утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у t/ha и %. Вредности за ОС t/ha на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 20,44-347,62 t/ha, средња вредност је 89,81 t/ha, стандардна девијација има вредност 53,3461 t/ha и коефицијент варијације је 59,40 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 25,74-398,43 t/ha, средња вредност је 126,75 t/ha, стандардна девијација има вредност 62,7922 t/ha и коефицијент варијације је 49,54 %. Вредности за ОС % на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 0,51-7,72 %, средња вредност је 2,16 % и припада класи средњег садржаја (2,01-6,0 %), стандардна девијација има вредност 1,2129 % и коефицијент варијације је 56,15 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 0,20-2,70 %, средња вредност је 0,92 %, стандардна девијација има вредност 0,4383 % и коефицијент варијације је 47,64 %. Анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине за садржај органског угљеника у t/ha и у % до 100 cm дубине репрезентативне ($V < 50$ %), док за садржај органског угљеника у t/ha и у % до 30 cm дубине нису довољно репрезентативне у овој групи ($V > 50$ %). На Сликама 41, 42, 43 и 44 је приказан просторни распоред и вредности ОС на локалитетима у оквиру референтне групе Cambisol.



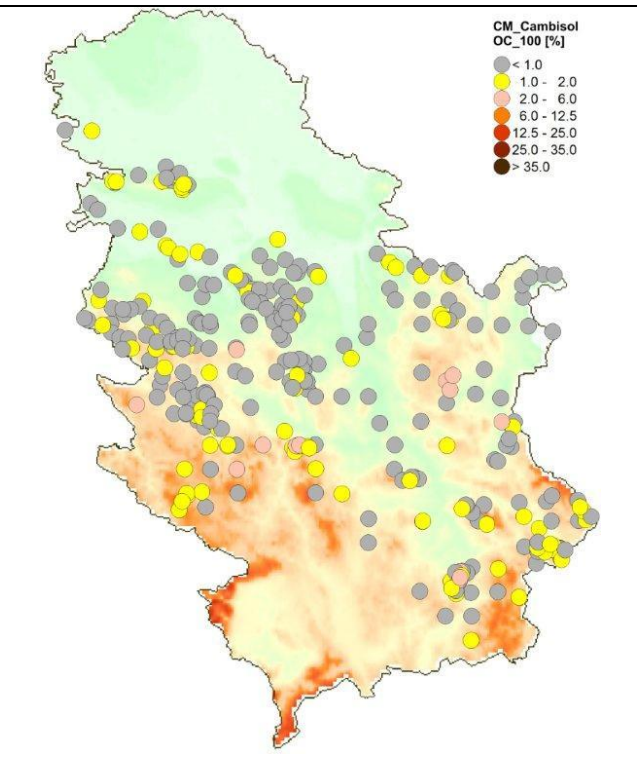
Слика 41. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (t/ha) за референтну групу CM-Cambisol



Слика 42. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (t/ha) за референтну групу CM-Cambisol



Слика 43. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (%) за референтну групу CM-Cambisol



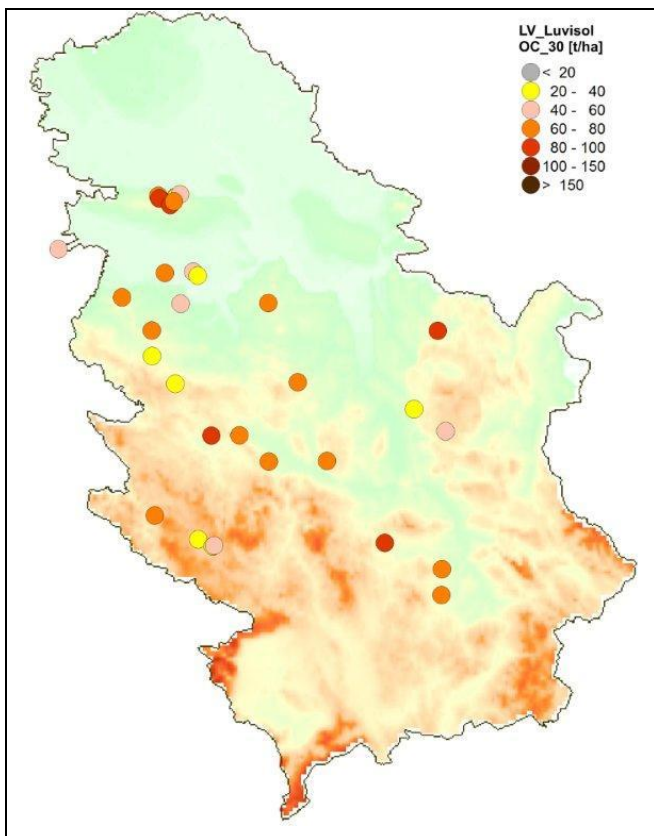
Слика 44. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (%) за референтну групу CM-Cambisol

Класа: елувијално-илувијална земљишта

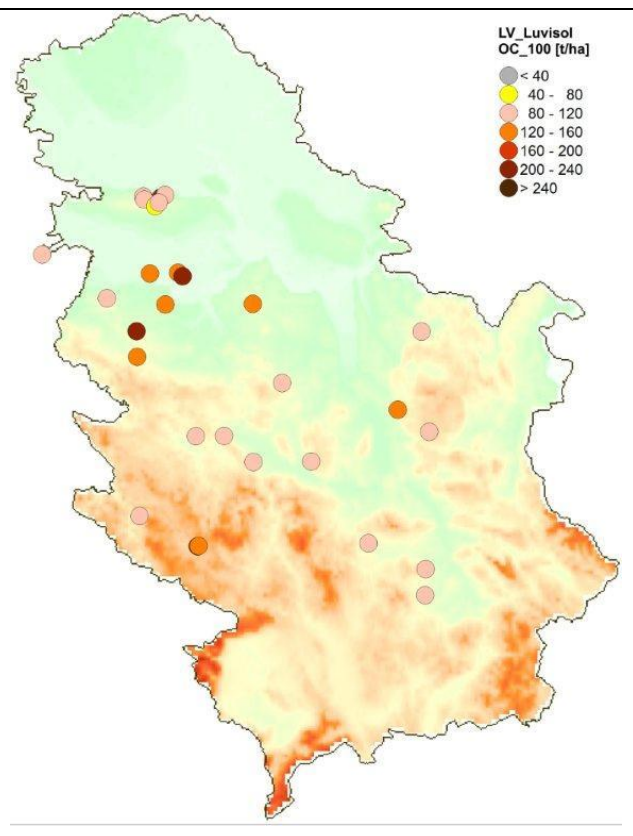
Карактерише се појавом елувијално-илувијалних процеса и дијагностичког елувијалног Е хоризонта и илувијалног В хоризонта. Основна карактеристика ове класе је диференцирање земљишта по механичком саставу. Грађа профила је А-Е-В-С.

Референтна група LV-Luvisol: обухвата земљишта класе елувијално-илувијална земљишта, грађа профила L-Ah-E-Bt-IC, где је L слој листинца и има дебљину до 5 cm, тип земљишта означен је у националној класификацији као илимеризовано земљиште - Лувисол. Највећа распрострањеност ових земљишта је у западној Србији и на Косову и Метохији. Образују се на различитим супстратима и има охрични (Aoh) или умбрични (Aum) хумусни хоризонт, ређе органични (O). Испод хумусног је Е хоризонт, а испод елувијалног налази се аргилувични В хоризонт (Bt). Земљиште је слабо до умерено кисело. Хоризонт А је најчешће песковито-иловаст, а хоризонт В је знатно богатији глином. Садржај хумуса у њивским варијететима је релативно мали (2-3 %), а може бити и мањи од 2 %. Под природном вегетацијом (шуме, ливаде) садржај хумуса у А хоризонту је велики (преко 4 %), док је у планинским областима још већи (6-8 %). У хоризонту В садржај хумуса је углавном мањи од 1,5 %. Лувисол се на равним теренима углавном користи као ораница, док се у неким областима оранице смењују са ливадама, а на нагнутим теренима успешно се користе за воћњаке и винограде (Ресуловић и сар., 2008).

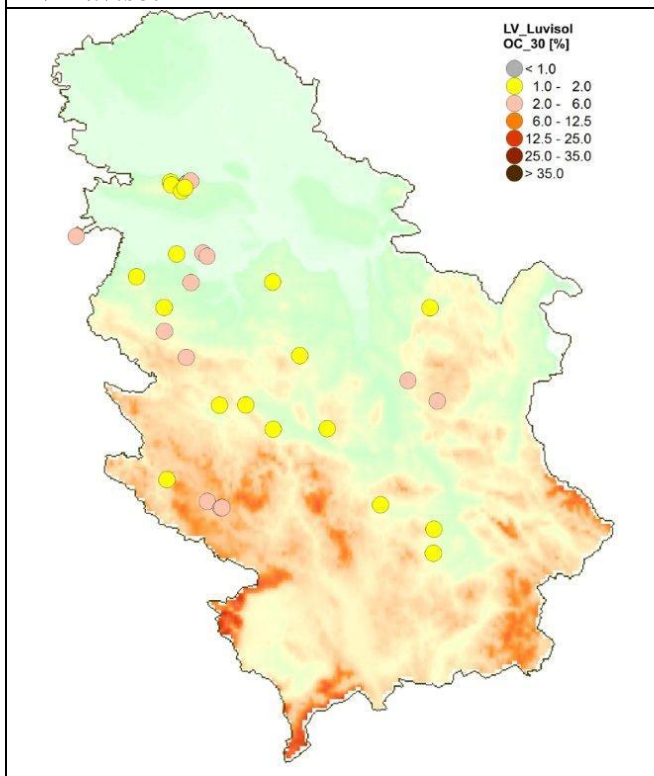
У оквиру референтне групе LV-Luvisol анализирано је 32 профила земљишта за утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у t/ha и %. Вредности за ОС t/ha на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 56,41-146,62 t/ha, средња вредност је 83,31 t/ha, стандардна девијација има вредност 27,7544 t/ha и коефицијент варијације је 33,31 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 79,12-223,87 t/ha, средња вредност је 123,20 t/ha, стандардна девијација има вредност 38,0835 t/ha и коефицијент варијације је 30,91 %. Вредности за ОС % на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 1,34-3,53 %, средња вредност је 2,05 % и припада класи средњег садржаја (2,01-6,0 %), стандардна девијација има вредност 0,6871 % и коефицијент варијације је 33,52 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 0,58-1,67 %, средња вредност је 0,92 %, стандардна девијација има вредност 0,2875 % и коефицијент варијације је 31,25 %. Анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине довољно репрезентативне у овој групи ($V < 50$ %). На Сликама 45, 46, 47 и 48 је приказан просторни распоред и вредности ОС на локалитетима у оквиру референтне групе Luvisol.



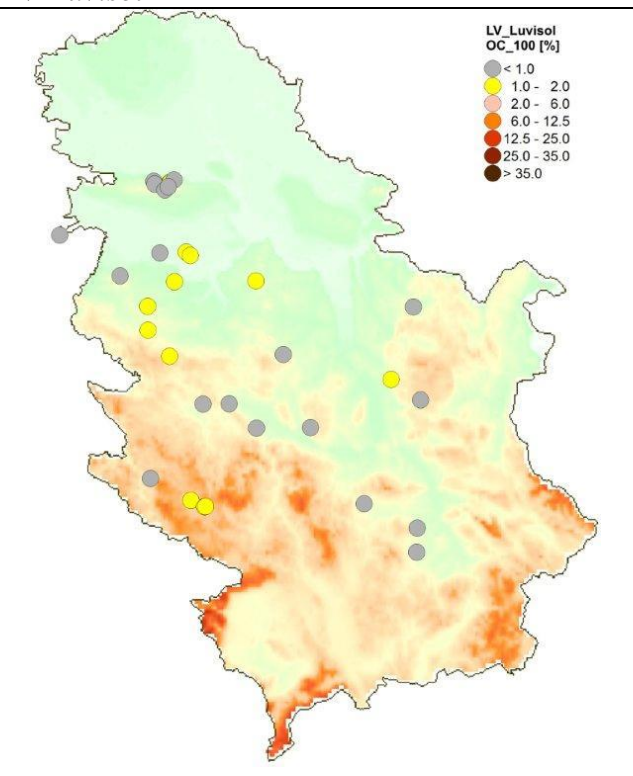
Слика 45. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (t/ha) за референтну групу LV-Luvisol



Слика 46. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (t/ha) за референтну групу LV-Luvisol



Слика 47. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (%) за референтну групу LV-Luvisol



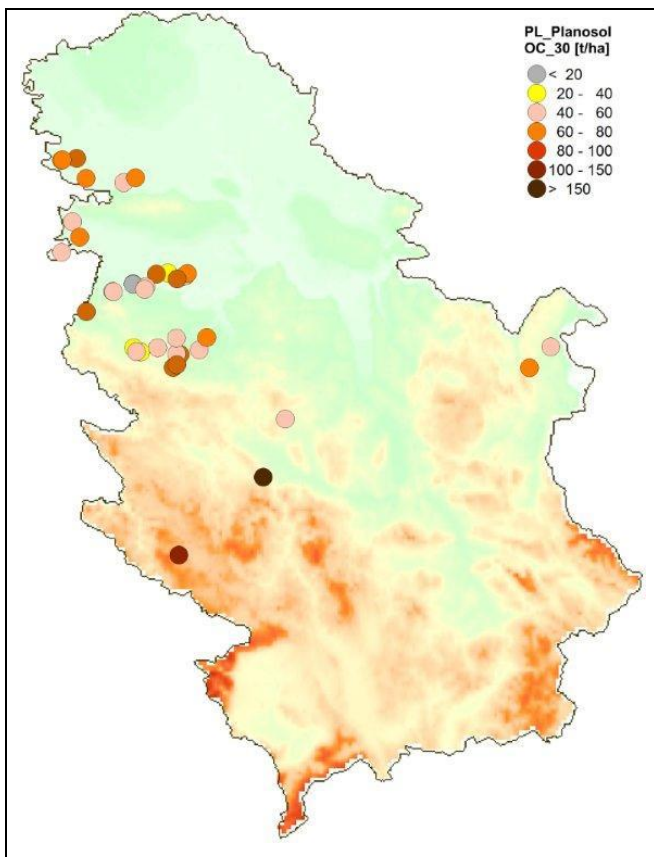
Слика 48. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (%) за референтну групу LV-Luvisol

РЕД: Хидроморфна земљишта**Класа: псеудоглејна земљишта**

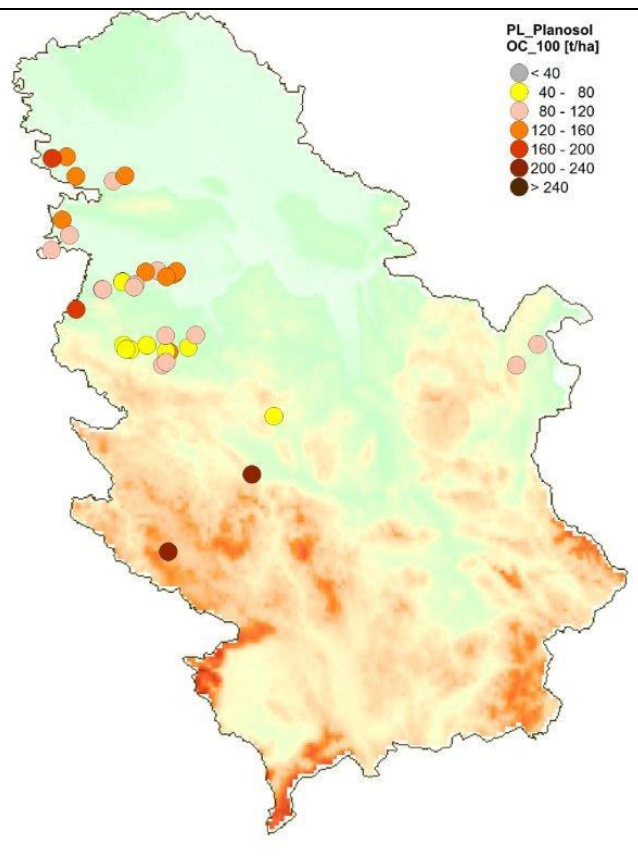
Карактеристика ове класе је прекомерно влажење услед стагнирања атмосферских вода изнад непропусног слоја у горњем делу профила. У таквим условима се образује g хоризонт.

Референтна група PL-Planosol обухвата земљишта класе епиглејних земљишта, грађа профила за примарни псеудоглеј Ah-Sw-Sd или Ah-g1-g2, за секундарни псеудоглеј Ah-Eg-Btg-C, а тип земљишта означен је у националној класификацији као Псеудоглеј. Присуство g хоризонта је основ за дефинисање псеудоглеја. Распрострањеност је у Посавини, западној Србији и Поцерини, на Метохији, у Кладову. Главна карактеристика ових земљишта је површинско оглејавање које настаје деловањем стагнирајућих површинских вода. Оне се задржавају изнад непропусног или слабо пропусног илувијалног В хоризонта или изнад слоја D. То је основни услов образовања псеудоглеја. Примарни псеудоглеј је настао на слојевитим супстратима и он има општи тип профила Ah-Sw-Sd или Ah-g1-g2. Секундарни псеудоглеј је настао из лувисола и његов профил се означава са Ah-Eg-Btg-C. Псеудоглеј има веома изражену текстурну диференцијацију профила. Хоризонт А је најчешће иловаст, са доста праха или песковито иловаст, док је хоризонт В иловасто-глиновит или глиновит. Псеудоглеј има лоше физичке особине што је један од главних узрока мале производне способности. Садржај хумуса је мали до средњи (1-3 % у хумусном хоризонту) (Ресуловић и сар., 2008).

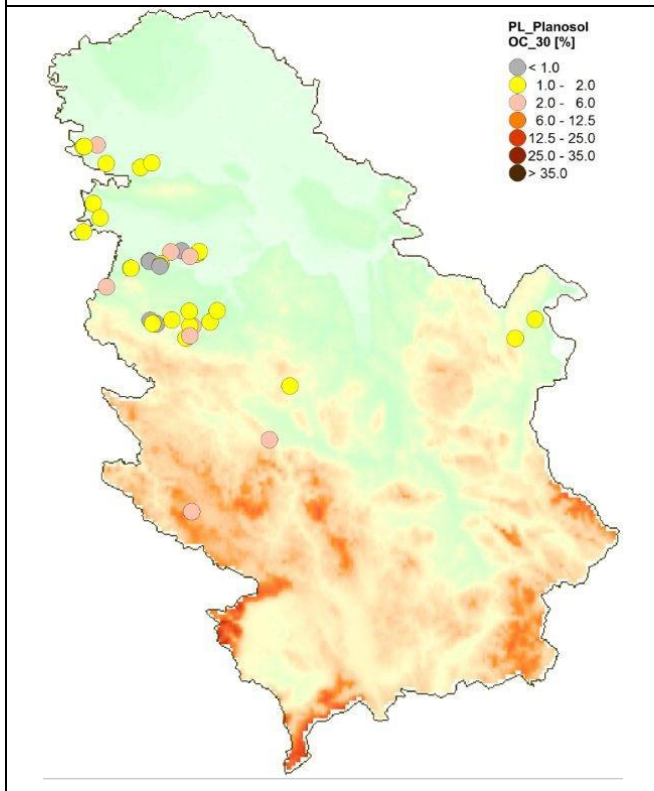
У оквиру референтне групе PL-Planosol анализирано је 41 профила земљишта за утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у t/ha и %. Вредности за ОС t/ha на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 14,29-162,74 t/ha, средња вредност је 61,61 t/ha, стандардна девијација има вредност 27,0478 t/ha и коефицијент варијације је 43,90 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 43,44-232,14 t/ha, средња вредност је 109,88 t/ha, стандардна девијација има вредност 38,8302 t/ha и коефицијент варијације је 35,34 %. Вредности за ОС % на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 0,34-4,25 %, средња вредност је 1,51 % и припада класи ниског садржаја (1,01-2,0 %), стандардна девијација има вредност 0,7119 % и коефицијент варијације је 47,14 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 0,33-1,73 %, средња вредност је 0,78 %, стандардна девијација има вредност 0,2957 % и коефицијент варијације је 37,91 %. Анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине довољно репрезентативне у овој групи ($V < 50$ %). На Сликама 49, 50, 51 и 52 је приказан просторни распоред и вредности ОС на локалитетима у оквиру референтне групе Planosol.



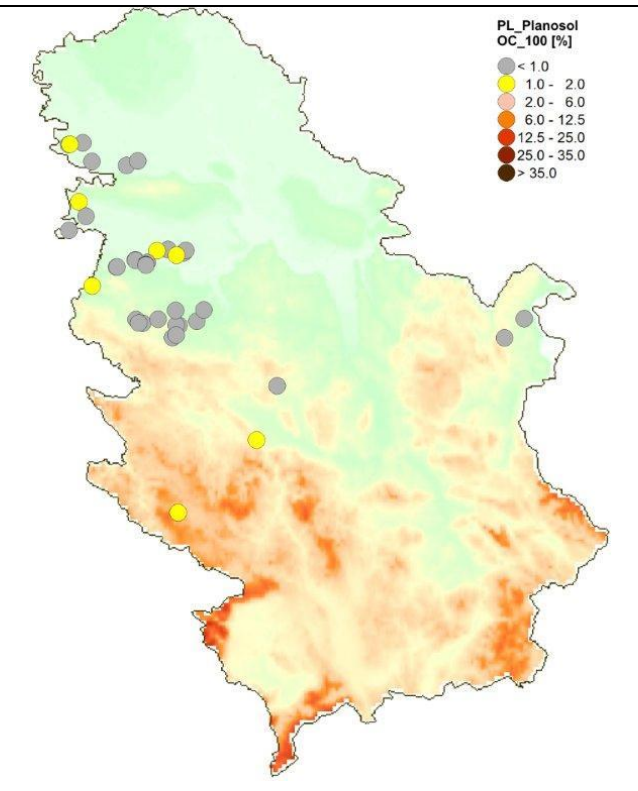
Слика 49. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (t/ha) за референтну групу PL-Planosol



Слика 50. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (t/ha) за референтну групу PL-Planosol



Слика 51. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (%) за референтну групу PL-Planosol



Слика 52. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (%) за референтну групу PL-Planosol

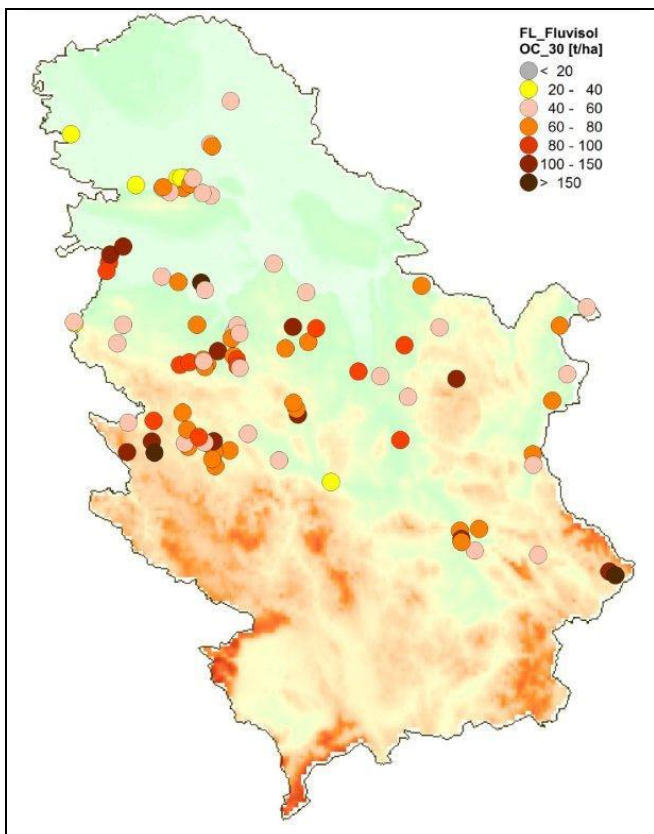
Класа: неразвијена земљишта

Карактеристика ове класе је прекомерно влажење поплавним и подземним водама у речним долинама које се одликују великим колебањем нивоа воде у земљишту.

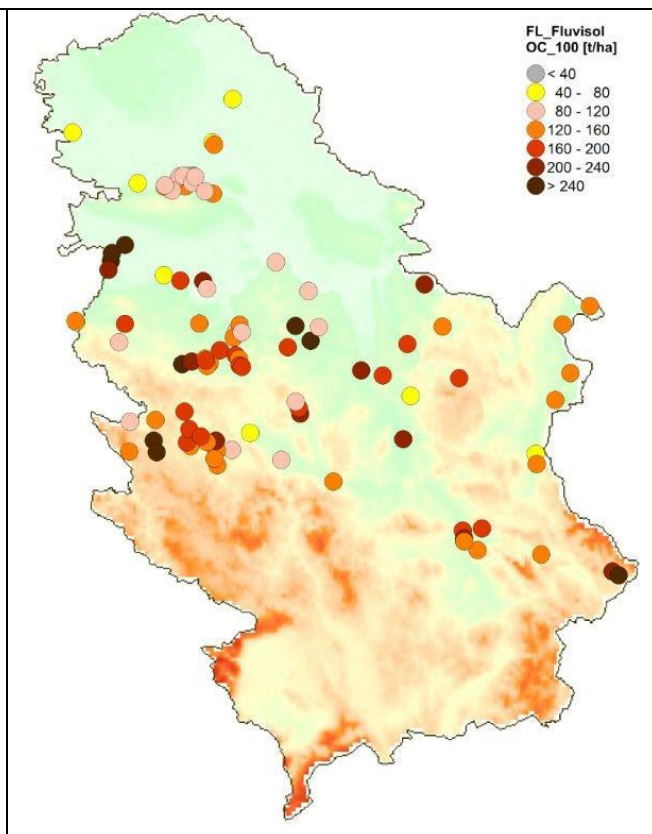
Референтна група FL-Fluvisol обухвата земљишта класе неразвијених земљишта, тип земљишта означен је у националној класификацији као Флувисол - млади речни нанос. Ова земљишта настају услед непрестаног таложења свежих суспензија, нема развијен хумусни хоризонт, а процеси редукције су слабо испољени или потпуно одсуствују у профилу. Налази се у долинама свих наших река, посебно Дунава, Саве, Тисе, Мораве. Профил флувисола се одликује израженом слојевитошћу и иницијални површинским (А) хоризонтом. Већина наших флувисола садржи више од 5 % карбоната. Садржај хумуса се креће око 2 %, а веома често је мањи од 1 %. Садржај хумуса није правилан са дужином профила. Производне способности су хетерогене (Ресуловић и сар., 2008).

Овој групи припада и **Класа семиглејних земљишта**, тип земљишта хумофлувисол - флувијално ливадско земљиште - ливадска црница са основним карактеристикама образовања хумусног хоризонта дебљине до 30 cm, а глејни процес је изражен претежно у дубљим деловима профила (испод 100 cm). Ова земљишта су настала на речним плавним терасама, а ливадска вегетација је овде секундарна јер се јавља након уклањања шума. Основни тип профила је А-С-G. Глејни хоризонт лежи на дубини већој од 1 m. Дебљина хумусног хоризонта, као и његова количина и квалитет зависе од тога да ли се акумулација хумуса врши у карбонатној или бескарбонатној средини. Садржај хумуса је најчешће 4-5 % (Шкорић и сар., 1985, Ресуловић и сар., 2008).

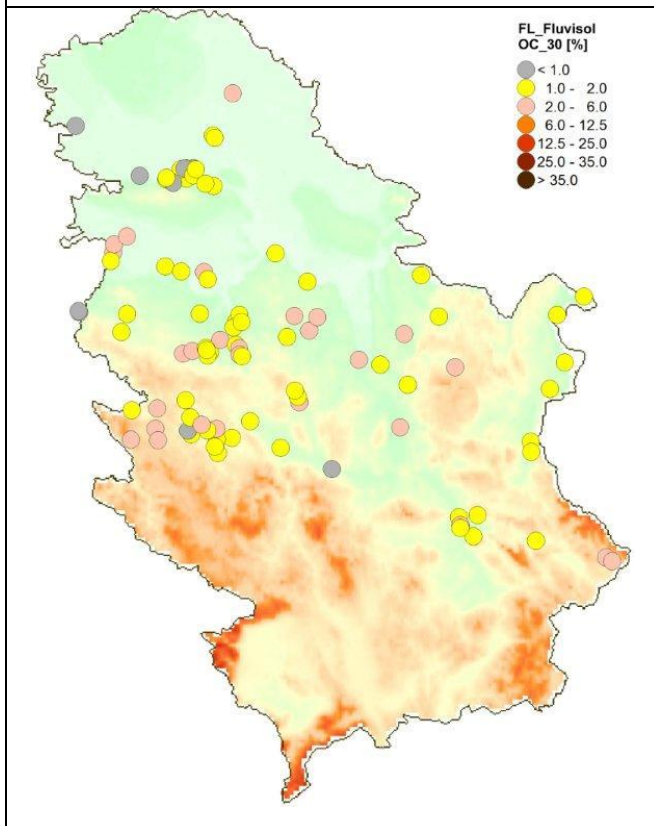
У оквиру референтне групе FL-Fluvisol анализирано је 97 профила земљишта за утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у t/ha и %. Вредности за ОС t/ha на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 23,27-173,25 t/ha, средња вредност је 70,80 t/ha, стандардна девијација има вредност 28,2108 t/ha и коефицијент варијације је 39,85 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 34,91-444,03 t/ha, средња вредност је 154,70 t/ha, стандардна девијација има вредност 71,8753 t/ha и коефицијент варијације је 46,46 %. Вредности за ОС % на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 0,49-4,62 %, средња вредност је 1,74 % и припада класи ниског садржаја (1,01-2,0 %), стандардна девијација има вредност 0,7740 % и коефицијент варијације је 44,48 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 0,26-3,59 %, средња вредност је 1,13 %, стандардна девијација има вредност 0,5581 % и коефицијент варијације је 49,39 %. Анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине довољно репрезентативне у овој групи ($V < 50$ %). На Сликама 53, 54, 55 и 56 је приказан просторни распоред и вредности ОС у оквиру референтне групе Fluvisol.



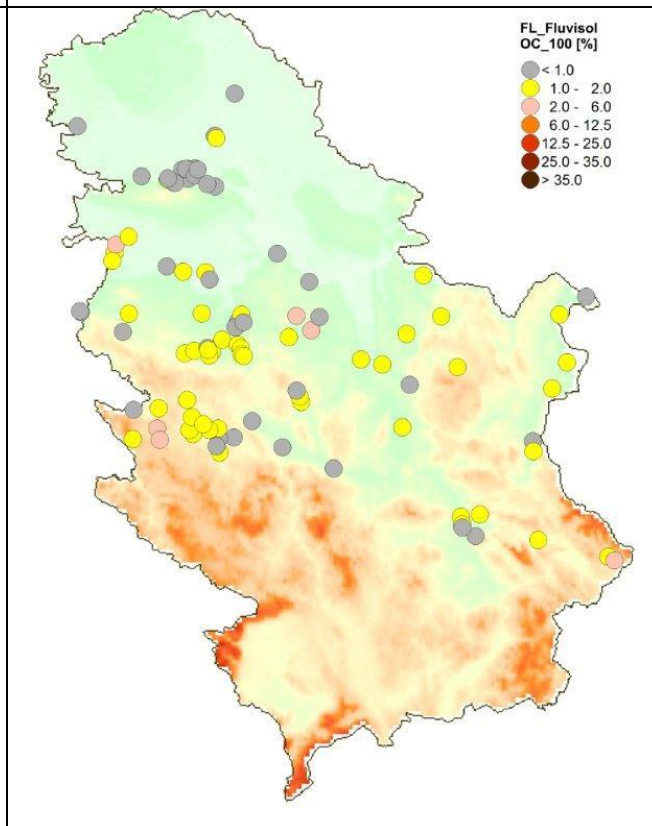
Слика 53. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (t/ha) за референтну групу FL-Fluvisol



Слика 54. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (t/ha) за референтну групу FL-Fluvisol



Слика 55. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (%) за референтну групу FL-Fluvisol



Слика 56. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (%) за референтну групу FL-Fluvisol

Класа: глејних земљишта

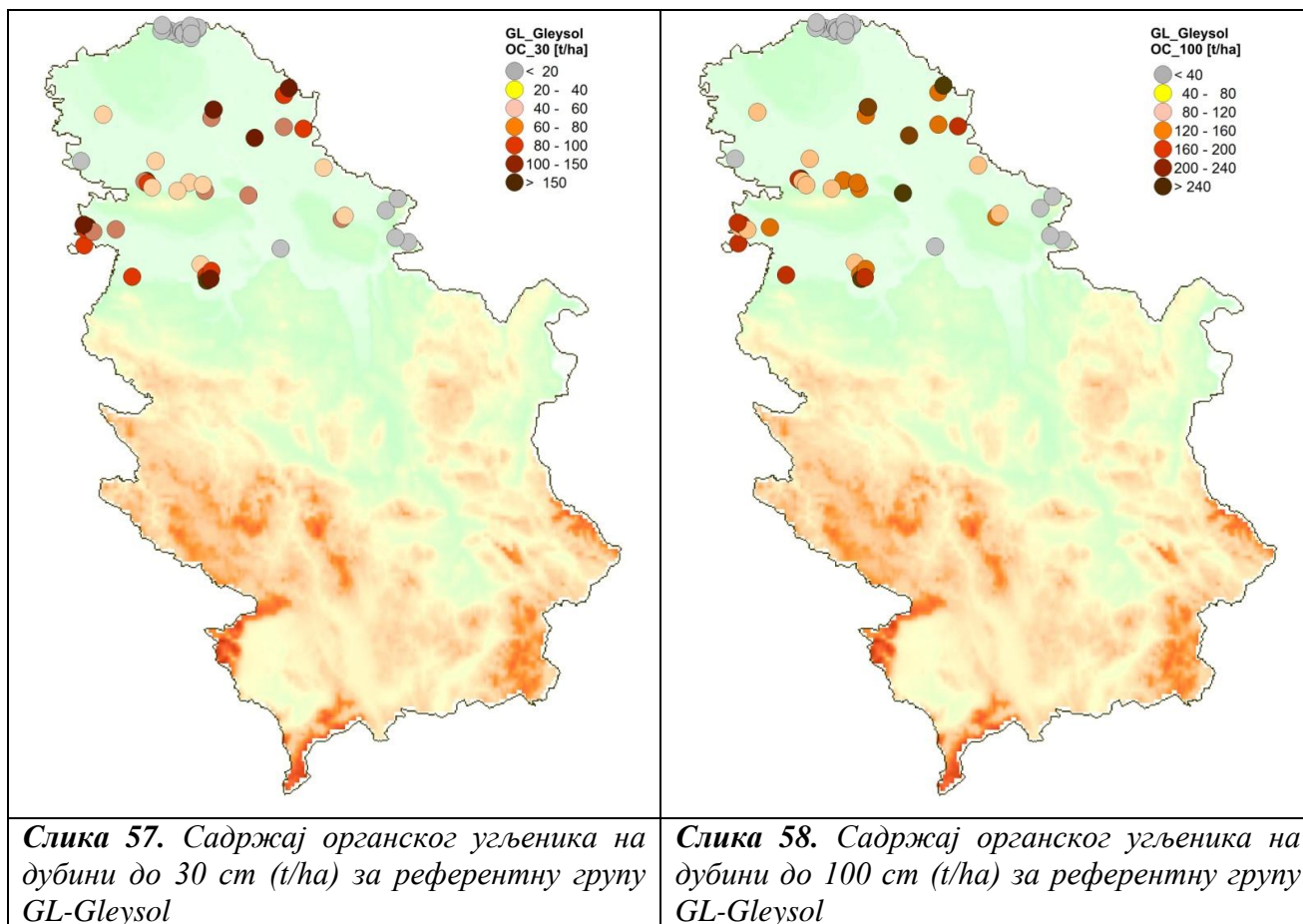
Карактеристика ове класе је прекомерно влажење претежно доњег дела профила из подземних вода. Грађа профила ове класе је А-Г. Најважнији фактор за диференцирање класе глејних земљишта је дубина лежања подземне воде на основу које су дефинисана три типа земљишта: псеудоглејно, мочварно глејно земљиште (Еуглеј) и ритска црница (Хумоглеј).

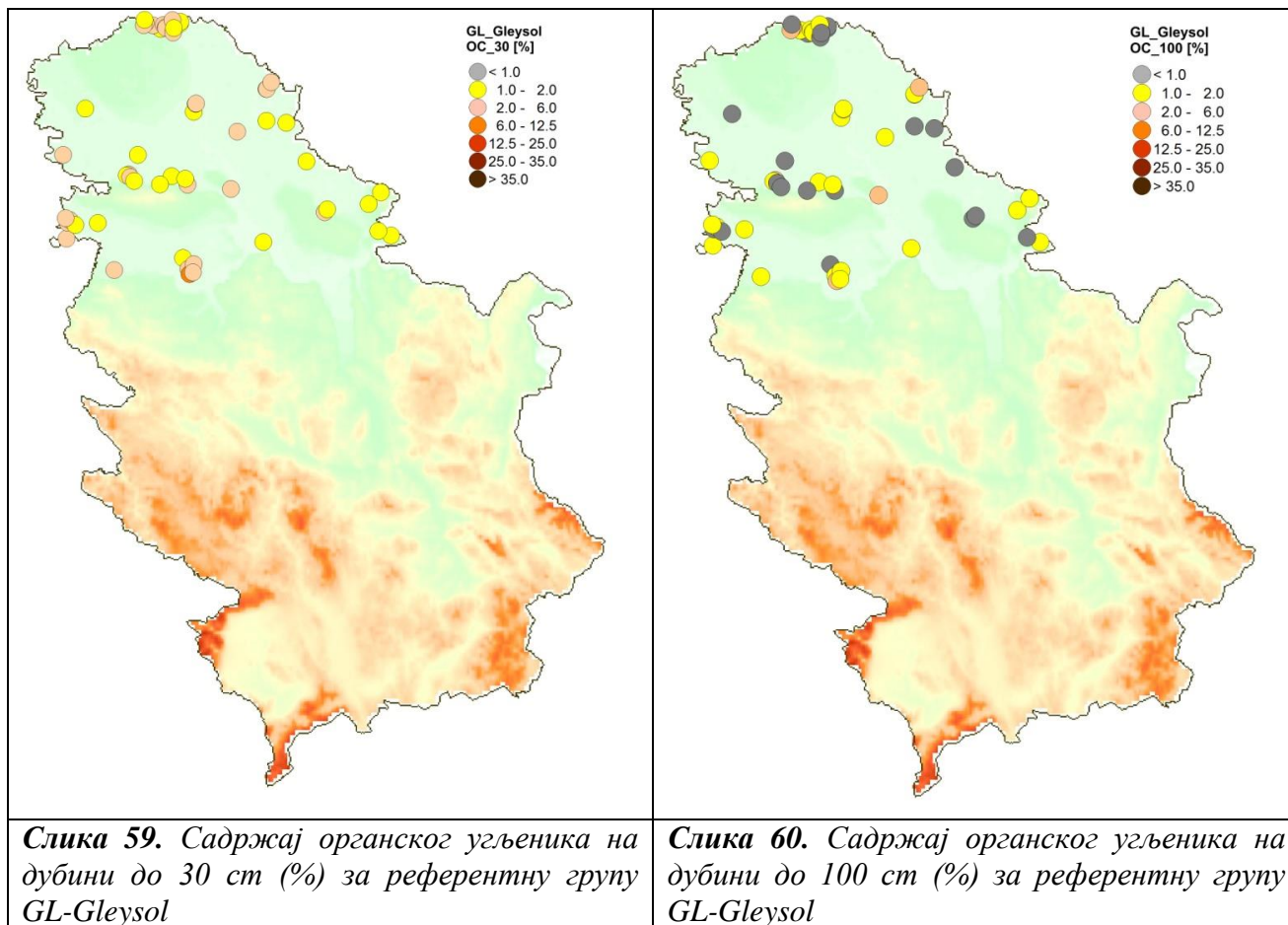
Референтна група GL-Gleysol обухвата земљишта класе глејних земљишта, а тип земљишта означен је у националној класификацији као мочварно глејно земљиште - Еуглеј. Овај тип обухвата земљишта код којих се подземна вода налази плитко, тако да се читав профил налази у анаеробним условима. Најраспрострањенија су у Панонској низији, где заузимају депресије равничарских терена и делова речних долина у којима је ниво подземне воде постојан и где не допиру поплаве. Има их и у затвореним котлинама родопског планинског система. Основни тип профила је А-Gso-Gr или А/Т-Gso-Gr, мада у неким случајевима Gso може да изостане (Ћирић, 1991). У зони стагнације подземне воде одвијају се процеси оглејавања који за последицу имају образовање глејног хоризонта - G. Еуглеј има неповољне физичке особине, а по текстури то су глинуше. Садржај хумуса варира од 2-10 %, а постоје и варијетети са више од 30 % хумуса. Еуглеј је погодан за шумске врсте као што су топола, јавор, а уколико није висок ниво подземне воде могу се користити као интензивне ливаде и пашњаци. Без одводњавања се не могу користити као оранице (Ресуловић и сар., 2008).

Референтна група GL-Gleysol обухвата и земљишта класе глејних земљишта означена као **Calcic Gleysol**, а тип земљишта означен је у националној класификацији као Ритска црница - Хумоглеј. Хумусни хоризонт је дубок, дебљине 50-70 cm, а понекад и до 100 cm и процеси оглејавања су изражени и то у зони непосредно испод хумусног хоризонта са превагом секундарне оксидације. Профил се означава као Ah-AC-CG. То су дубока земљишта, ретко плића од 150 cm. Образују се у рељефским депресијама, у ритовима, поред река и језера, под утицајем велике влажности изазване подземном, а делом и површинском водом. Ритске црнице су распрострањене у долинама великих панонских река. Најпознатији су Панчевачки, Неготински, Вршачки, Макишки рит. Има их и у долини Мораве. Спадају у тешка земљишта са садржајем честица глине преко 40 % и имају неповољан водно-ваздушни режим. Ово су земљишта богата хумусом. У глиновитим ритским црницама садржај хумуса износи 5-8 %, а некад и до 10 %, док је у песковитим садржај мањи и износи 3-5 %. По производним својствима су веома богата и плодна земљишта, а по продуктивности не заостају иза чернозема, смоница и алувијума (Ћирић, 1991., Ресуловић и сар., 2008).

У оквиру референтне групе GL-Gleysol анализирано је 38 профила земљишта за утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у t/ha. Вредности за ОС на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 6,29-221,33 t/ha, средња вредност је 85,01 t/ha, стандардна

девијација има вредност 31,4696 t/ha и коефицијент варијације је 44,08 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 92,96-436,43 t/ha, средња вредност је 168,75 t/ha, стандардна девијација има вредност 83,6141 t/ha и коефицијент варијације је 49,55 %. За утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у % анализиран је нешто већи број профила, укупно 61 профил земљишта. Вредности за ОС на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 0,15-6,01 %, средња вредност је 2,24 % и припада класи средњег садржаја (2,01-6,0 %), стандардна девијација има вредности 1,2031 % и коефицијент варијације 53,71 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 0,50-4,96 %, средња вредност је 1,26 %, стандардна девијација има вредности 0,7445 % и коефицијент варијације 59,09 %. Анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине за садржај органског угљеника у t/ha репрезентативне ($V < 50$ %), док за садржај органског угљеника у % нису довољно репрезентативне у овој групи ($V > 50$ %). На Сликама 57, 58, 59 и 60 је приказан просторни распоред и вредности ОС на локалитетима у оквиру референтне групе Gleysol.





Класа: тресетна земљишта

Карактеристика ове класе је акумулација више од 30 % слабо разграђене органске материје настале у анаеробним условима и дебљина тресетног слоја која је већа од 30 cm. Грађа профила ове класе је Н-Г. Ова земљишта обухватају типове земљишта означене у националној класификацији као издигнуто - маховинско тресетно, прелазно тресетно и ниско - барско тресетно земљиште. У WRB класификацији су означена као Histosol.

РЕД: Халоморфна земљишта (слатине)

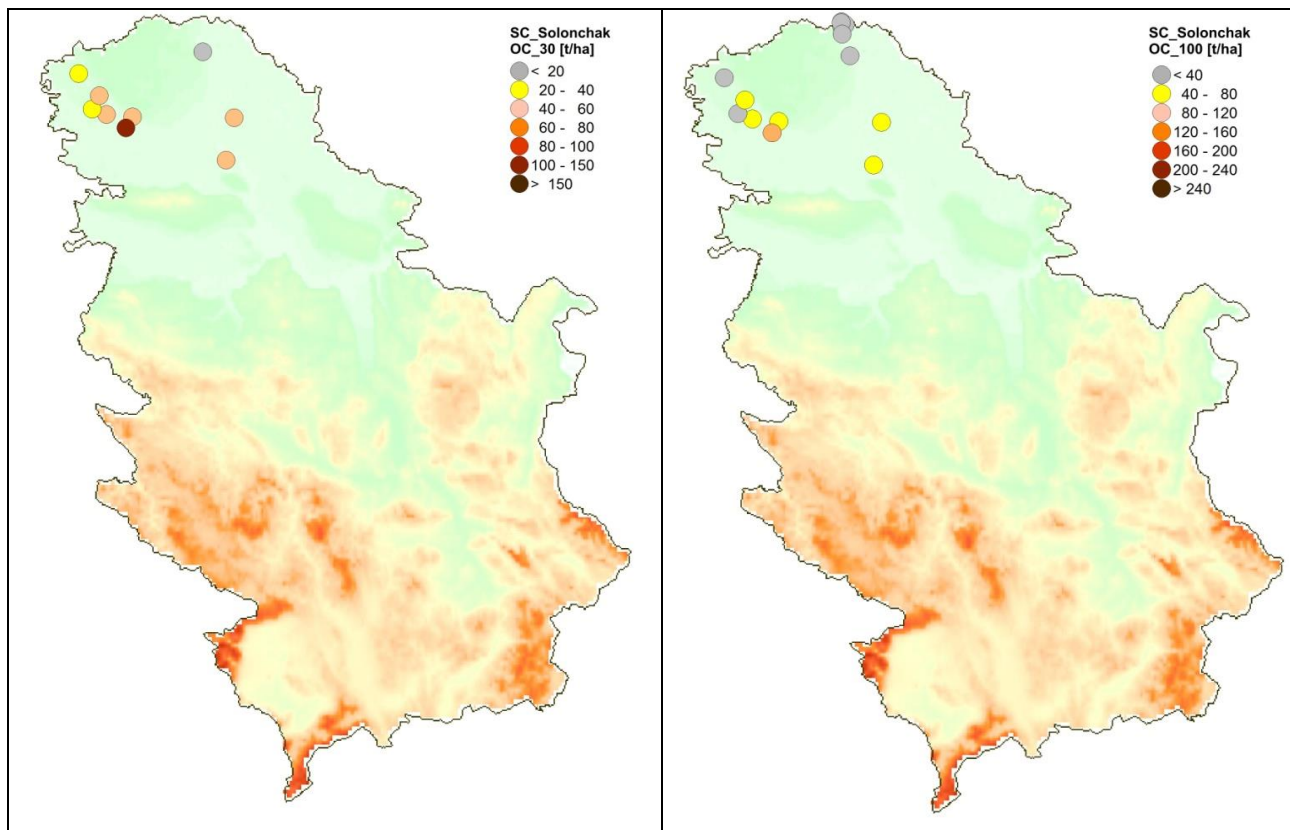
Класа: соно-акумулативна земљишта

Ова класа се карактерише присуством соли у читавом солуму. То су такозвана акутно заслањена земљишта.

Референтна група SC-Solonchak обухвата земљишта класе соно-акумулативних земљишта, а тип земљишта означен је у националној класификацији као Солончак. Ова земљишта су распрострањена у Бачкој и Банату, образују се примарно заслањивањем преталожених земљишта

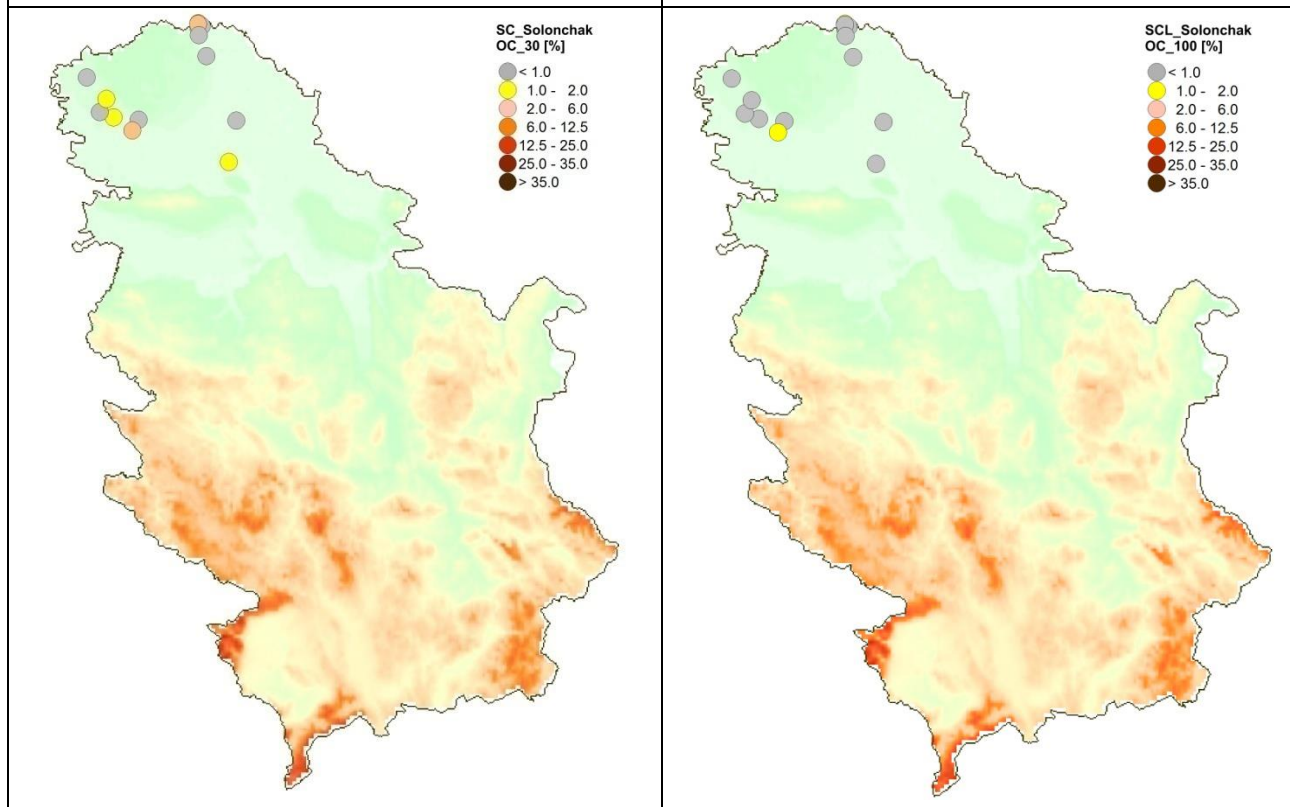
(алувијална земљишта) или секундарно - салинизацијом чернозема, ливадских и глејних земљишта. Солончак има профил грађе Asa-C или Asa-C-G. Механички састав зависи од механичког састава оних земљишта чијим заслањивањем они настају. По правилу су богата глином, а услед слабог стварања ОМ сиромашна су хумусом (1-2 %). То је нарочито карактеристично за содне солончаке у којима се хумус раствара у облику Na - хумата. Нешто богатији хумусом су солончасти черноземи и солончасти ливадске црнице. Са засољавањем садржај хумуса у чернозему и ливадским црницама се смањује за половину. Производне способности зависе од укупне количине и састава соли, од садржаја адсорбованог натријума, физичких особина и др.

У оквиру референтне групе SC-Solonchak анализирано је 9 профила земљишта за утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у t/ha. Вредности за ОС на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 14,90-100,42 t/ha, средња вредност је 48,00 t/ha, стандардна девијација има вредност 22,9729 t/ha и коефицијент варијације је 47,86 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 32,11-178,76 t/ha, средња вредност је 102,13 t/ha, стандардна девијација има вредност 40,9521 t/ha и коефицијент варијације је 40,10 %. За утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на 30 и 100 cm у % анализиран је нешто већи број профила, укупно 61 профил земљишта. Вредности за ОС на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 0,27-2,40 %, средња вредност је 1,07 % и припада класи ниског садржаја (1,01-2,0 %), стандардна девијација има вредност 0,7104 % и коефицијент варијације је 66,39 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 0,18-1,22 %, средња вредност је 0,65 %, стандардна девијација има вредност 0,2933 % и коефицијент варијације је 45,12 %. Анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине довољно репрезентативне у овој групи ($V < 50$ %) осим за аритметичку средину добијену на основу прорачуна садржаја органског угљеника до 30 cm дубине у % која има вредност $V > 50$ %. На Сликама 61, 62, 63 и 64 је приказан просторни распоред и вредности ОС на локалитетима у оквиру референтне групе Solonchak.



Слика 61. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (t/ha) за референтну групу SC-Solonchak

Слика 62. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (t/ha) за референтну групу SC-Solonchak



Слика 63. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (%) за референтну групу SC-Solonchak

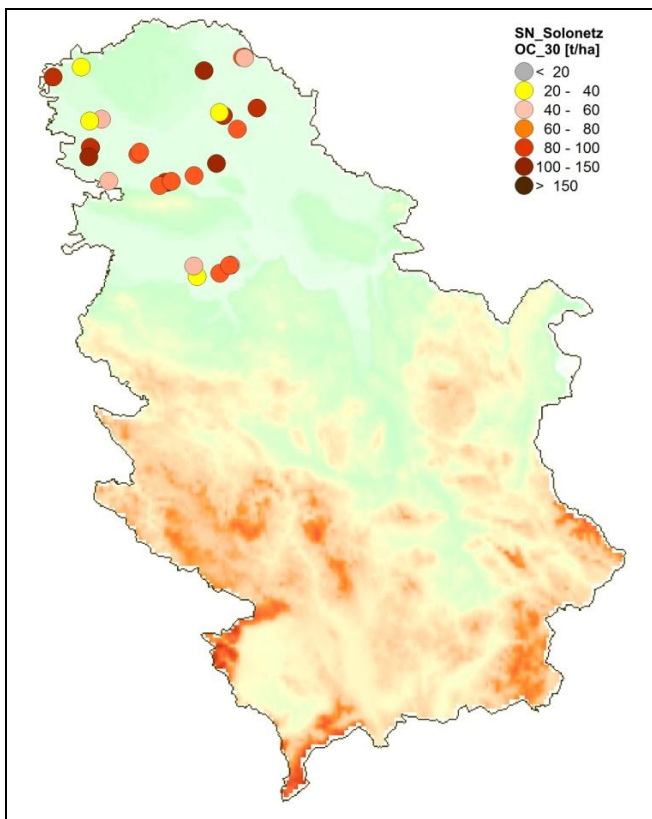
Слика 64. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (%) за референтну групу SC-Solonchak

Класа: алкализована земљишта

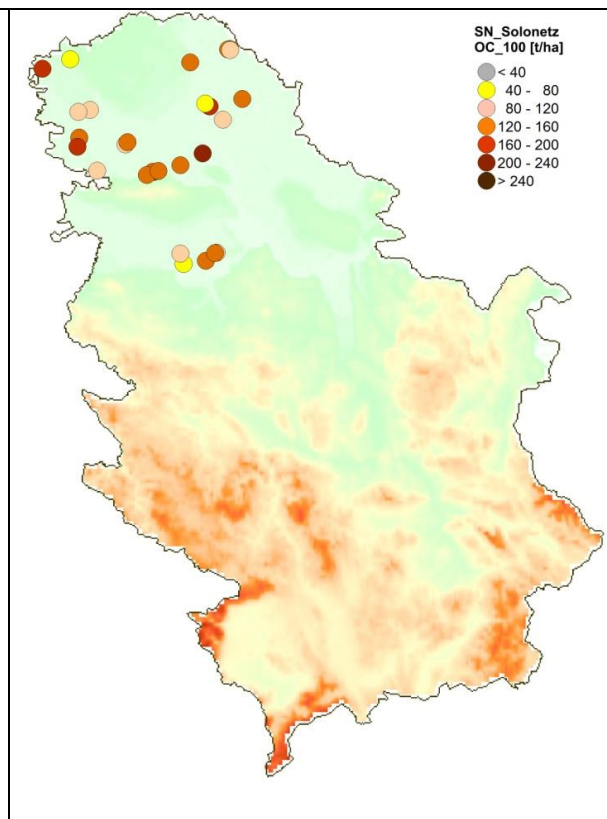
Карактерише се малом концентрацијом соли, повећаним садржаје Na^+ јона и израженим елувијално-илувијалним процесима.

Референтна група SN-Solonetz обухвата земљишта класе елувијално-илувијалних земљишта, добро изражен и сложен профил грађе Ah-Eg-Bt,na-1C. Тип земљишта означен је у националној класификацији као Солонец. Најзаступљенији су у Банату, потом у Бачкој и мало у Срему. Солонци се образују на два начина: разсољавањем солончака, приликом спуштања нивоа подземне воде и засољавањем раније незасољених земљишта нпр. чернозема, смоница и ливадских земљишта (Ресуловић и сар., 2008). Прелазак солончака у солонце се дешава када се спусти ниво подземне воде, што може бити последица снижавања ерозионе базе речног слива, тектонског издизања терена или вештачке дренаже. Услед таквих промена, десцедентни токови добијају превагу и соли се испирају, а заостаје адсорбовани Na^+ јон (Ћирић, 1991). Међутим, то је могуће само код изразито содних солончака. Солоњец се одликује са релативно високим садржајем честица глине, зависно од типа земљишта од кога су постали. Хоризонт А је сиромашнији глином и он је по механичком саставу песковита иловача до глиновита иловача, док је хоризонт В глиновитији. У Војводини, нарочито на солонцима неутралне до слабо базне реакције садржај хумуса је знатан (2-6 %). На содним солонцима, код којих је испирање јако изражено, а образовање ОМ слабије, услед јако базне реакције, садржај хумуса је мањи (2-3 %). Солонци се највише користе као слаби пашњаци (Ћирић, 1991; Ресуловић и сар., 2008).

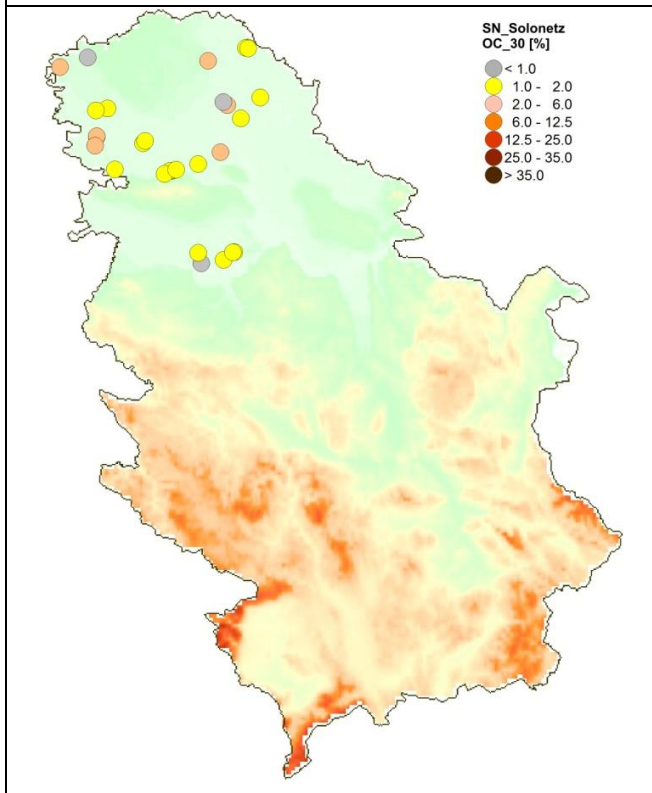
У оквиру референтне групе SN-Solonetz анализирано је 29 профила земљишта за утврђивање садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm у t/ha и %. Вредности за ОС у t/ha на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 30,66-126,48 t/ha, средња вредност је 71,09 t/ha, стандардна девијација има вредност 24,3876 t/ha и коефицијент варијације је 34,31 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 55,68-215,89 t/ha, средња вредност је 129,74 t/ha, стандардна девијација има вредност 33,9520 t/ha и коефицијент варијације је 26,79 %. Вредности за ОС у % на дубини до 30 cm су се кретале у оквиру 0,63-2,94 %, средња вредност је 1,61 % и припада класи ниског садржаја (1,01-2,0 %), стандардна девијација има вредност 0,5532 % и коефицијент варијације је 34,36 %. Вредности за ОС на дубини до 100 cm су се кретале у оквиру 0,33-1,33 %, средња вредност је 0,83 %, стандардна девијација има вредност 0,2266 % и коефицијент варијације је 27,30 %. Анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине довољно репрезентативне у овој групи ($V < 50$ %). На Сликама 65, 66, 67 и 68 је приказан просторни распоред и вредности ОС на локалитетима у оквиру референтне групе Solonetz.



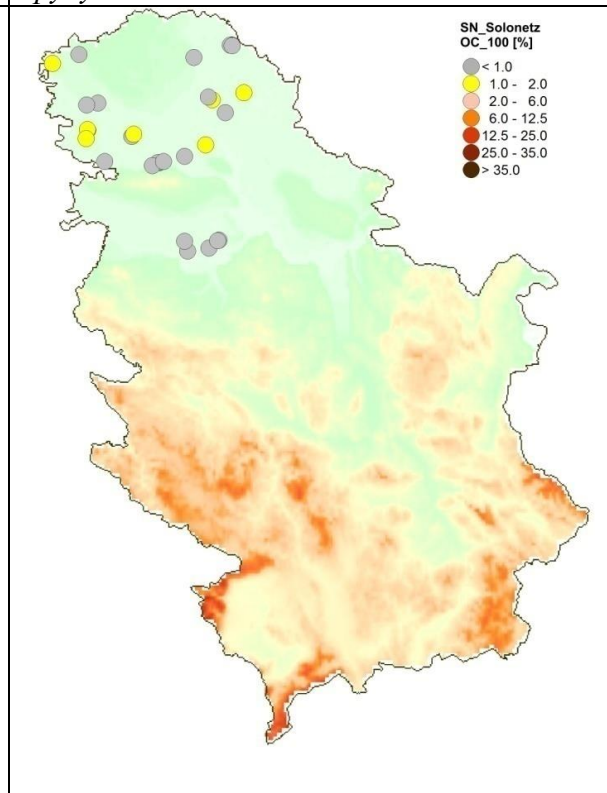
Слика 65. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (t/ha) за референтну групу SN-Solonetz



Слика 66. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (t/ha) за референтну групу SN-Solonetz



Слика 67. Садржај органског угљеника на дубини до 30 cm (%) за референтну групу SN-Solonetz



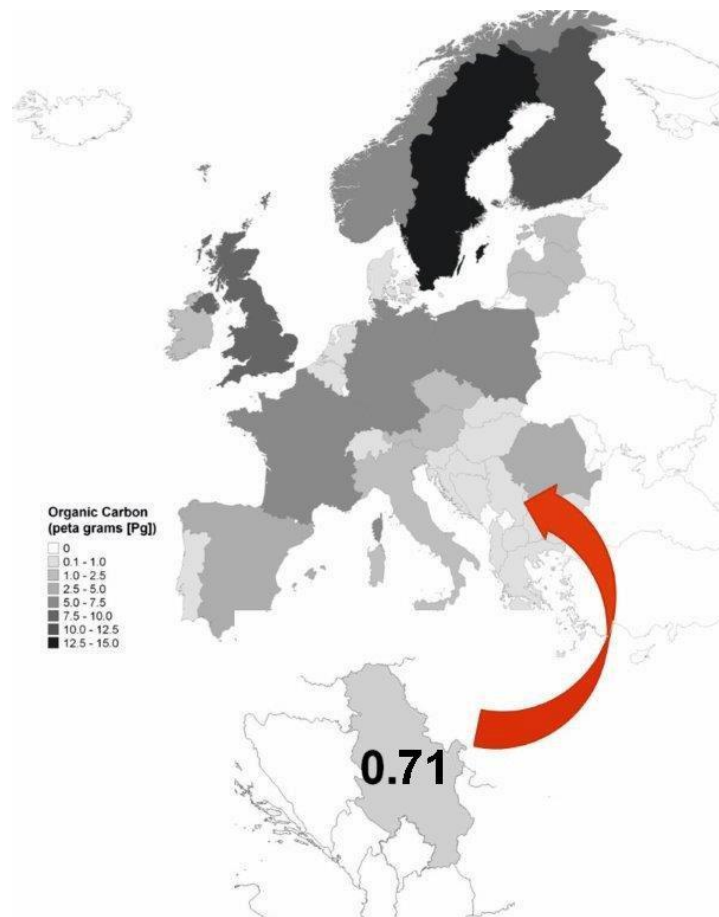
Слика 68. Садржај органског угљеника на дубини до 100 cm (%) за референтну групу SN-Solonetz

6.2.2 Резерве органског угљеника у земљишту на основу површина WRB референтних група

На основу средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту и површине референтне групе израчуната је резерва органског угљеника за сваку WRB референтну групу. У Табели 15 приказане су средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту (\bar{x}), број анализираних локалитета (n), минималне вредности (Min), максималне вредности (Max), стандардна девијација (SD) и укупна резерва органског угљеника у земљишту за сваку референтну групу. Садржај резерве органског угљеника до 30 cm дубине земљишта износи $705,84 \times 10^{12}$ g (Tg) или приказано у Pg (да би било упоредиво са резултатима приказаним на карти Европе) $0,71 \times 10^{15}$ g (Pg) (Слика 69). Резултати анализе резерве органског угљеника до 100 cm дубине земљишта показују вредности $1.159,55 \times 10^{12}$ g (Tg) или $1,16 \times 10^{15}$ g (Pg).

Табела 15. Резерве органског угљеника у земљишту по WRB референтним групама

Референтна група	n	0-30 cm					0-100 cm				
		ОС резерва t/ha				Укупна резерва ОС (Tg)	ОС резерва t/ha				Укупна резерва ОС (Tg)
		\bar{x}	Min	Max	SD		\bar{x}	Min	Max	SD	
Anthrosol	-	-	-	-	-	1,03	-	-	-	-	1,68
Arenosol	101	41,78	3,72	101,90	20,04	2,33	96,03	10,06	308,66	47,07	5,36
Calcisol	-	-	-	-	-	2,44	-	-	-	-	3,98
Cambisol	319	89,81	20,44	347,62	53,35	194,76	126,75	25,74	398,43	62,79	274,87
Chernozem	216	73,82	7,89	133,51	21,86	101,13	168,20	24,21	341,37	57,88	230,43
Fluvisol	97	70,80	23,27	173,25	28,21	41,50	154,70	34,91	444,03	71,88	90,69
Gleysol	38	85,01	6,29	221,33	37,47	41,19	168,75	92,96	436,43	83,61	81,77
Histosol	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	0,06
Leptosol	211	151,33	11,06	527,22	96,95	186,43	178,95	11,06	658,40	127,33	220,46
Luvisol	32	83,31	56,41	146,62	27,75	18,29	123,20	79,12	223,87	38,08	27,05
Phaeozem	-	-	-	-	-	6,53	-	-	-	-	10,61
Planosol	41	61,61	14,29	162,74	27,05	26,46	109,88	43,44	232,14	38,83	47,19
Podzol	-	-	-	-	-	3,07	-	-	-	-	5,00
Regosol	12	93,74	26,51	298,43	87,08	15,81	160,88	26,51	425,53	157,98	27,14
Solonchak	9	48,00	14,90	100,42	22,97	1,20	102,13	32,11	178,76	40,95	2,56
Solonetz	29	71,09	30,66	126,48	24,39	6,10	126,74	55,68	215,89	33,95	10,88
Umbrisol	-	-	-	-	-	11,70	-	-	-	-	19,03
Vertisol	35	71,09	33,25	129,26	21,08	45,83	156,34	58,26	275,29	53,58	100,79

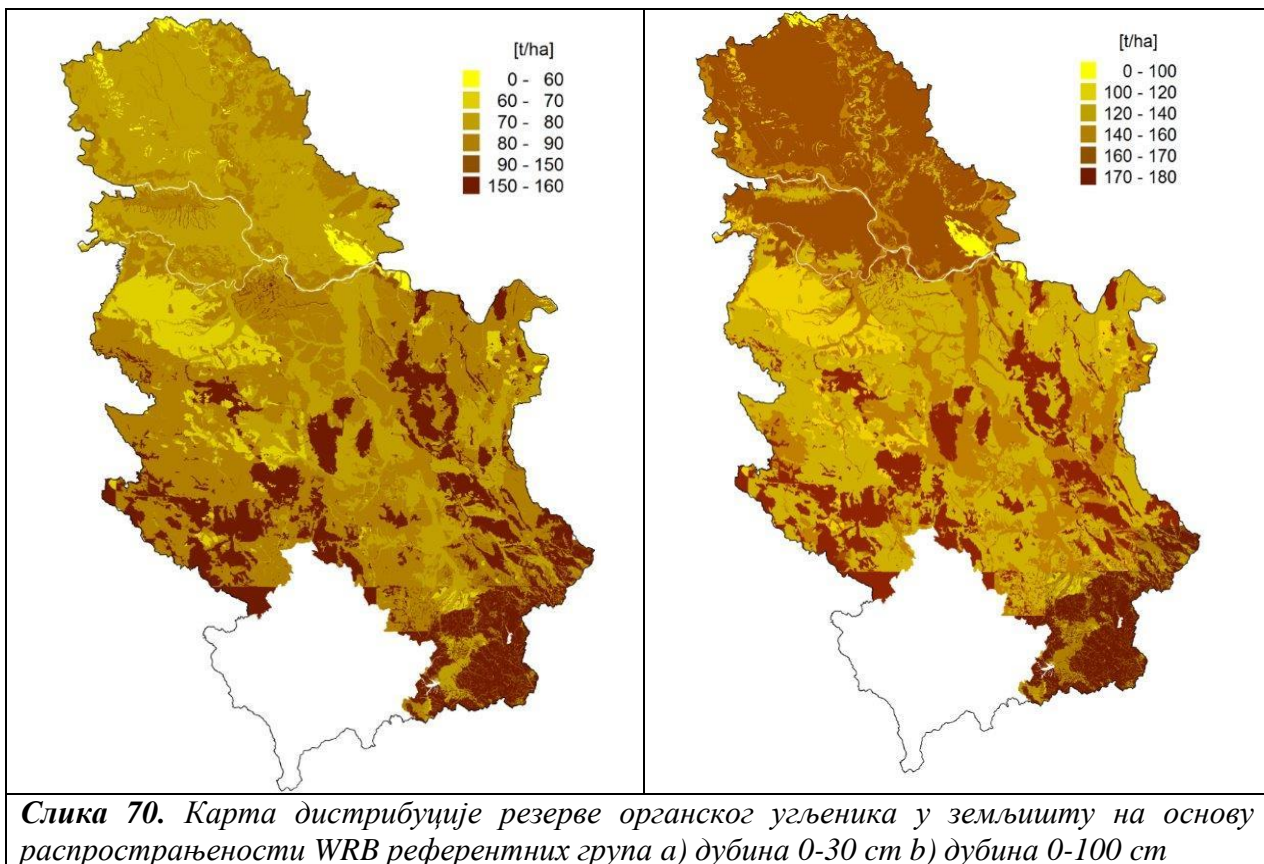


Слика 69. Садржај органског угљеника у површинском слоју земљишта 0-30 cm дубине израчунат на основу резултата средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту за сваку WRB референтну групу и површине референтних група (peta grams (Pg))

6.2.3 Карте дистрибуције резерве органског угљеника у земљишту по WRB референтним групама

У циљу приказивања географске дистрибуције органског угљеника у земљишту креирана је мапа густине органског угљеника у земљишту за слој 0-30 cm и 0-100 cm дубине према WRB референтним групама земљишта (Слика 70). Слика показује различиту дистрибуцију резерве органског угљеника у земљишту која зависи од више фактора: типа земљишта, хетерогености климе и надморске висине, геолошке подлоге, начина коришћења земљишта. Дистрибуција резерве органског угљеника у земљишту до 30 cm дубине показује веће вредности у централној Србији где су и веће површине земљишта под шумама у односу на подручје Војводине која заузима северни део земље и обухвата равницу са интензивном пољопривредном производњом. Дистрибуција резерве до 100 cm дубине показује да су резерве у Војводини веће у односу на централну Србију, односно референтне групе Chernozem и Gleysol, које заузимају 76,03 % површине територије Војводине,

имају веће резерве органског угљеника у односу на најзаступљенију референтну групу у централној Србији - Cambisol.



Слика 70. Карта дистрибуције резерве органског угљеника у земљишту на основу распрострањености WRB референтних група а) дубина 0-30 cm б) дубина 0-100 cm

6.3 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ У ЗАВИСНОСТИ ОД НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА

6.3.1 Утицај промене начина коришћења земљишта на садржај органског угљеника

Анализа CLC базе података за 2006. годину показује присуство 28 од 44 класа CLC номенклатуре. Пољопривредне површине доминирају са преко 58 % од укупне територије земље (Видојевић, 2009). Око 26 % ове територије заузима категорија ораница које се не наводњавају, 16 % заузимају комплекси парцела које се обрађују, док су на 13 % претежно пољопривредна земљишта са значајним површинама под природном вегетацијом.

Шуме и полуприродна подручја покривају скоро 40 % земље (широколисне шуме 27 %). Земљиште класификовано као *вештачке површине* покрива скоро 3 % територије, док је остатак од приближно 1,6 % класификовано је као влажно подручје и водени базени.

Анализа промена начина коришћења земљишта на простору Републике Србије у периоду 1990-2000. године, без података за подручје Аутономне покрајине Косово и Метохија, показује да су највеће промене присутне у оквиру категорије вештачких површина, при чему се уочава повећање од 3.947 ha углавном ширењем нецеловитих урбаних подручја (Прилог 2). Урбанизација је била значајна на рубовима два највећа града: Београда и Новог Сада. Пољопривредне површине у посматраном периоду се смањују за 8.473 ha. Ово је углавном био резултат претварања обрадивог земљишта и пашњака у вештачке површине (урбанизација) или прелазна подручја шуме/шибље, али и изградње вештачких језера (Несторов и Протић, 2009). Велика количина промена одвијала се и у оквиру самих пољопривредних области. Најзначајније је било претварање обрадивог земљишта у пашњаке услед перманентног процеса напуштања руралних подручја. Површине под категоријом шума и полуприродних подручја, поред значајних количина интерних промена, су генерално повећане за 1.975 ha, што је резултат пошумљавања пољопривредног земљишта и повећања подручја под четинарским и мешовитим шумама. Влажна земљишта у Републици Србији постоје искључиво у облику мочвара и бара. У оквиру ове категорије промене нису биле значајне, 119 ha или 0,6 % је нестало у периоду 1990-2000. године. Подручја означена као водене површине (водени базени) су повећана за 2.343 ha, углавном због изградње нових вештачких језера.

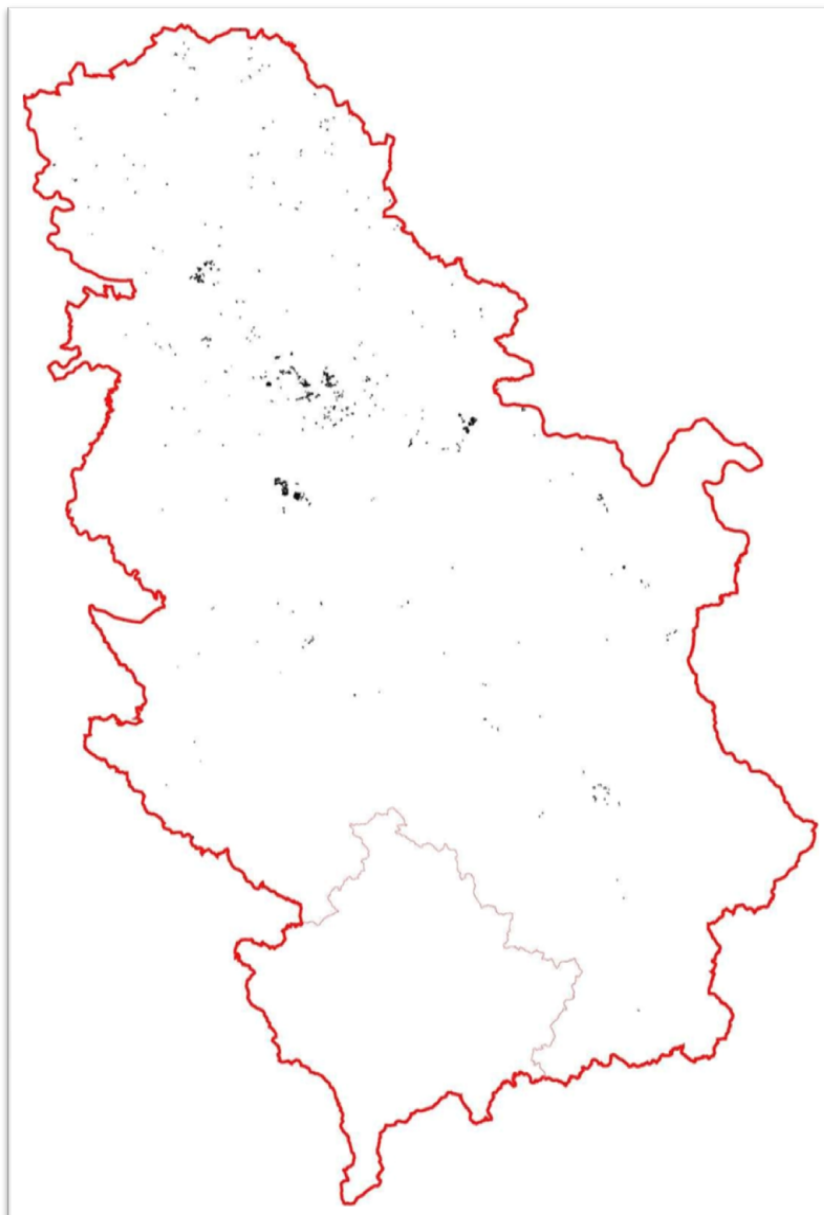
Анализа доприноса појединих категорија начина коришћења земљишта које су заузеле урбаним развојем у Републици Србији у периоду 1990-2006. године показује да су углавном заузимања земљишта под пашњацима, као и мешовита пољопривредна подручја 49,8 %, затим из категорије ораница и сталних засада 33,2 %, шума и прелазног шумског подручја 15,7 %, мочвара 0,6 %, водених површина 0,6 % и природних травнатих предела 0,1 % (Табела 16) (Видојевић, 2009). Стога се може очекивати да је на овим површинама дошло до смањења садржаја ОМ у земљишту.

Табела 16. Различите категорије земљишта коме је извршена пренамена у урбано земљиште (Видојевић, 2009)

Категорије	Заузимање у ha		
	90-00	00-06	Укупно
Пашњаци и мешовита пољопривредна подручја	2.818	2.280	5.098
Оранице и стални засади	2.468	939	3.407
Водене површине	58	0	58
Природни травнати предели	12	3	15
Шуме и прелазно шумско подручје	546	1.066	1.612
Мочваре	21	36	57

6.3.2 Губитак резерви органског угљеника у земљишту у периоду 1990-2006. године услед пренамене земљишта

На основу анализе националне CLC базе података за 1990. и 2006. годину, односно векторског сета података са полигонском топологијом за наведене године, добијене су површине на којима је дошло до пренамене земљишта. Ове промене узеле су у обзир категорије пољопривредних површина и шума и полуприродних подручја које су промениле намену у урбано земљиште, без категорије зелена урбана подручја (Слика 71). На овим површинама неминовно је дошло до нарушавања земљишног покривача услед њиховог заузимања категоријом вештачких површина, углавном изградњом индустријско-комерцијалних и урбаних објеката, одлагалишта отпада, градилишта, путне инфраструктуре. На овим површинама услед њихове пренамене дошло је до смањења садржаја ОМ, и оне се трајно неће анализирати са овог аспекта. Анализирајући просторни распоред ових површина, издваја се подручје града Београда и Новог Сада, као и територија градске општине Лазаревац и града Пожаревца. На подручју АП Војводина промене су више заступљене него на подручју централне Србије. Укупна површина пољопривредних земљишта, шума и полуприродних подручја које су промениле намену у урбано земљиште, без категорије зелена урбана подручја у периоду од 1990-2006. за територију Републике Србије (без података за територију Аутономне покрајине Косово и Метохија) је 10.245 хектара.



Слика 71 . Распоред површина на којима је дошло до промене пољопривредних површина, шума и полуприродних подручја у урбано земљиште у периоду 1990-2006. године

Прорачун губитка резерве органског угљеника у земљишту на основу пренамене пољопривредних земљишта, шума и полуприродних подручја у урбано земљиште, без категорије зелена урбана подручја, на дубини до 30 cm показује следеће вредности:

$$OC\ 30\ cm = (\bar{x})\ OC\ 30\ cm\ (t/ha) \times A\ (ha)$$

\bar{x} - средња вредност садржаја на дубини до 30 cm

A - површина на којој је извршена пренамена

$$OC\ 30\ cm = 89,59\ (t/ha) \times 10.245\ (ha)$$

$$OC\ 30\ cm = 917.849,55\ t$$

ОС 30 cm = 0,92 Mt

Прорачун губитка резерве органског угљеника у земљишту на основу пренамене пољопривредних земљишта, шума и полуприродних подручја у урбано земљиште, без категорије зелена урбана подручја, на дубини до 100 cm показује следеће вредности:

ОС 100 cm = (\bar{x}) ОС 100 cm (t/ha) x А (ha)

\bar{x} - средња вредност садржаја на дубини до 100 cm

А - површина на којој је извршена пренамена

ОС 100 cm = 145,69 (t/ha) x 10.245 (ha)

ОС 100 cm = 1.492.594,05 t

ОС 100 cm = 1,49 Mt

Овај прорачун се односи на површине на којима су изграђени објекти и пратећа инфраструктура, и као такви се не могу даље разматрати при анализи резерви органског угљеника у земљишту.

6.3.3 Промена употребе пољопривредног земљишта

На простору Републике Србије прати се промена употребе пољопривредног земљишта пренаменом у друге класе пољопривредног земљишта или у непољопривредно земљиште.

На основу података Републичког завода за статистику, Република Србија располаже са 5.091.507 ha пољопривредног земљишта што чини 65,7 % њене површине (без података за територију аутономне покрајине Косово и Метохија). Са 3.294.922 ha доминирају оранице и баште, што чини 64,7 % пољопривредне површине.

У периоду 2003-2012. године уочава се тренд смањења површина под ораницама, баштама и виноградима. Праћењем површина под пољопривредним земљиштем у периоду 2003-2012. године уочава се тренд смањења површина под ораницама, баштама и виноградима. Површине под ливадама и пашњацима се повећавају у периоду од 2008. године (Табела 17).

Табела 17. Површине пољопривредног земљишта према категоријама коришћења (хиљаде ha)

Год.	Пољоприв. земљиште (укупно)	Обрадива површина					Пашњаци	Рибњаци трстици и баре
		Укупно	Оранице и баште	Воћњаци	Виногради	Ливаде		
2003	5.115	4.253	3.345	246	67	594	826	36
2004	5.113	4.252	3.344	244	66	598	823	38
2005	5.112	4.242	3.330	239	64	609	832	38
2006	5.105	4.228	3.318	238	62	610	838	39
2007	5.092	4.218	3.299	240	59	620	835	39
2008	5.093	4.222	3.302	241	58	621	833	38
2009	5.097	4.224	3.301	240	58	625	834	39
2010	5.092	4.216	3.295	240	57	624	836	40
2011	5.096	4.211	3.294	240	56	621	845	40
2012	5.092	4.215	3.281	239	54	641	837	40

Повећање површина под ливадама може довести до повећања садржаја ОМ. Међутим, тренд смањења укупне површине пољопривредног земљишта генерално може довести и до смањења резерве садржаја ОМ уколико се ово земљиште трајно губи, што нам боље показује анализа CLC базе података промена. Генерални закључак се не може извести уколико се детаљно не анализира пренамена пољопривредног земљишта, као и начин управљања.

6.3.4 Резерве органског угљеника према начину коришћења земљишта

Резерве органског угљеника према начину коришћења земљишта утврђене су на основу испитивања земљишта на укупно 1.140 локалитета за одређивање резерве органског угљеника у земљишту у t/ha и укупно 1.363 локалитета за одређивање резерве органског угљеника у земљишту у %. Анализа начина коришћења земљишта на испитиваним локалитетима показује да је удео локалитета који припадају категорији *вештачких површина* у укупном броју испитиваних локалитета 6,5 % за утврђивање резерве органског угљеника у земљишту у t/ha и 6,3 % за утврђивање резерве органског угљеника у земљишту у %. Удео локалитета који се налазе у категорији *пољопривредних површина* је 50,6 % за утврђивање резерве органског угљеника у t/ha и 55,5 % за утврђивање резерве

органског угљеника у %. Удео локалитета који се налазе у категорији *шуме и полуприродна подручја* је 42,9 % за утврђивање резерве органског угљеника у земљишту у t/ha и 37,9 % за утврђивање резерве органског угљеника у земљишту у %. Удео локалитета који се налазе у категорији *влажних подручја* је 0,3 % од укупног броја локалитета.

Табела 18. Садржај резерве органског угљеника у земљишту према начину коришћења земљишта

Категорија начина коришћења	Анализирани параметар	Дубина			
		до 30 cm (OC t/ha)	до 100 cm (OC t/ha)	до 30 cm (OC %)	до 100 cm (OC %)
Вештачке површине	Број локалитета (n)	74	74	86	86
	Min OC	30,71	45,68	0,61	0,31
	Аритметичка средина \bar{x}	74,74	161,43	2,08	1,29
	Max OC	133,51	342,66	21,72	8,55
	Стандардна девијација (σ)	22,6104	65,7052	2,2305	0,9439
	Коефицијент варијације V (%)	30,25	40,70	107,23	78,66
Пољопривредне површине	Број локалитета (n)	577	577	757	757
	Min OC	3,72	18,25	0,08	0,13
	Аритметичка средина \bar{x}	68,99	136,57	1,58	0,94
	Max OC	328,23	658,4	9,04	5,35
	Стандардна девијација (σ)	36,6750	72,8564	1,0271	0,5701
	Коефицијент варијације V (%)	53,16	53,35	65,01	60,65
Шуме и полуприродна подручја	Број локалитета (n)	489	489	516	516
	Min OC	4,93	10,06	0,09	0,06
	Аритметичка средина \bar{x}	116,35	154,19	2,78	1,11

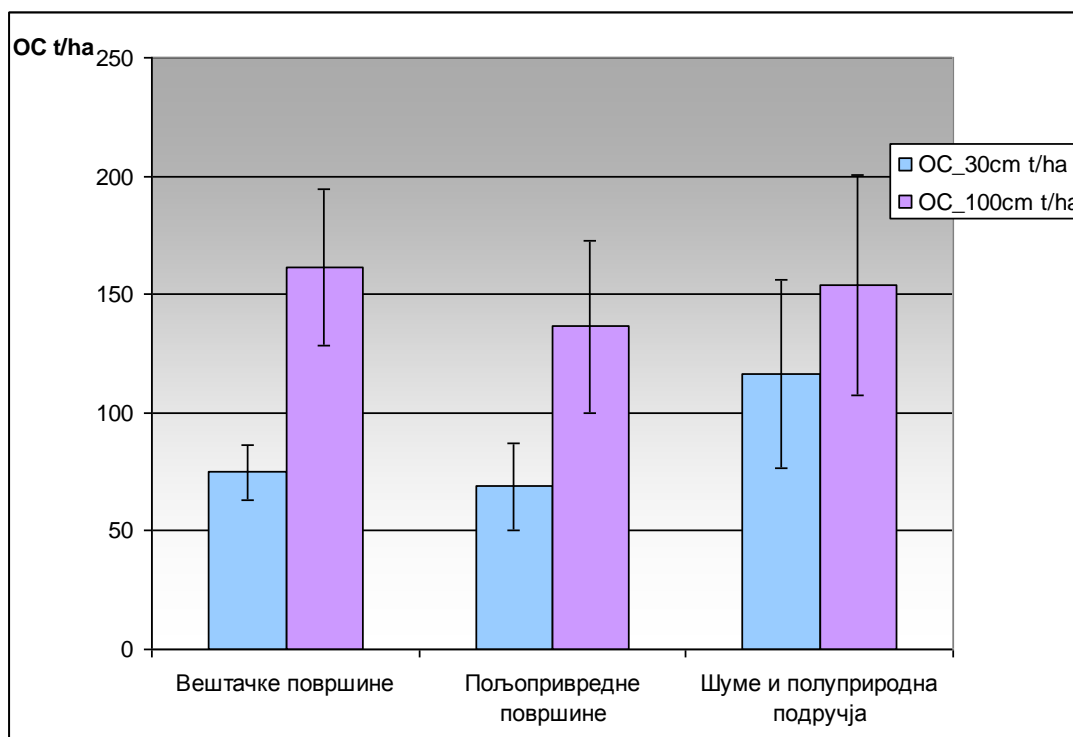
	Мах ОС	527,22	646,98	12,99	5,2
	Стандардна девијација (σ)	79,6045	93,2222	2,0801	0,7352
	Коефицијент варијације V (%)	68,42	60,46	74,82	66,23
Влажна подручја	Број локалитета (n)			4	4
	Min ОС			0,6	0,32
	Аритметичка средина (\bar{x})			1,43	1,08
	Мах ОС			1,95	1,59
	Стандардна девијација (σ)			0,5832	0,5383
	Коефицијент варијације V (%)			40,78	49,84

Резултати показују да се садржај органског угљеника у земљишту (t/ha) у категорији *вештачке површине* до 30 cm дубине кретао у вредностима од 30,71 t/ha до 133,51 t/ha, односно од 0,61 % до 21,72 %, средња вредност 74,74 t/ha, односно 2,08 % што припада класи средњег садржаја (2,01-6,0 %), при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 22,6104 t/ha, односно 0,9439 % и коефицијент варијације 30,25 % за ОС у t/ha и 107,23 % за ОС у %. Садржај органског угљеника (t/ha) до 100 cm дубине кретао се у вредностима од 45,68 t/ha до 342,66 t/ha, односно од 0,31 % до 8,55 %, средња вредност 161,43 t/ha, односно 1,29 %, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 65,7052 t/ha, односно 0,9439 % и коефицијент варијације 40,70 % за ОС у t/ha и 78,66 % за ОС у % до 100 cm дубине. Анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине за садржај органског угљеника у t/ha репрезентативне ($V < 50$ %), док за садржај органског угљеника у % нису довољно репрезентативне за овај начин коришћења земљишта ($V > 50$ %). Велика варијабилност резултата уочена је код података за садржај органског угљеника у % до дубине од 30 cm (Табела 18, Сlike 72 и 73).

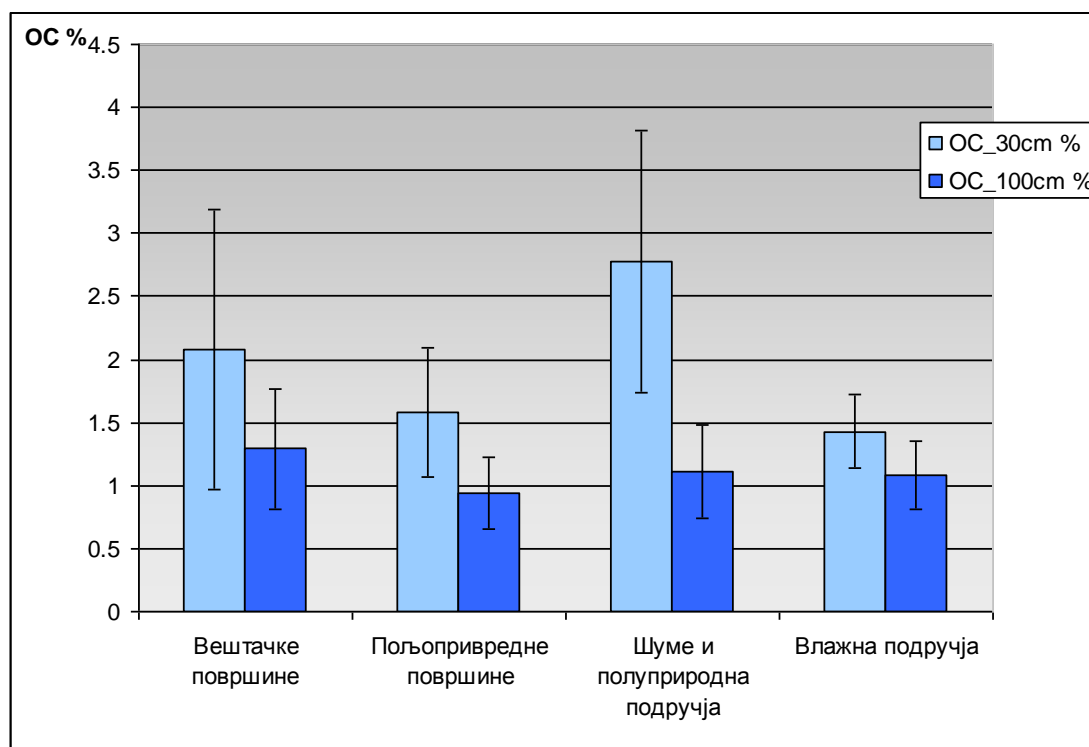
Анализа садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) у категорији *пољопривредне површине* до 30 cm дубине показује вредности које су се кретале од 3,72 t/ha до 328,23 t/ha, односно од 0,08 % до 9,04 %, средња вредност 68,99 t/ha, односно 1,58 % што припада класи ниског садржаја (1,01-2,0

%), при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 36,6750 t/ha, односно 1,0271 % и коефицијент варијације 53,16 % за ОС у t/ha и 65,01 % за ОС у %. Садржај органског угљеника (t/ha) до 100 cm дубине кретао се у вредностима од 18,25 t/ha до 658,4 t/ha, односно 0,13 % до 5,35 %, средња вредност 136,57 t/ha, односно 0,94 %, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 72,8564 t/ha, односно 0,5701 % и коефицијент варијације 53,35 % за ОС у t/ha и 60,65 % за ОС у % до 100 cm дубине. Анализе коефицијената варијације показују да вредности аритметичке средине нису довољно репрезентативне за овај начин коришћења земљишта ($V > 50$ %).

Анализа садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) у категорији *шуме и полуприродна подручја* до 30 cm дубине показује вредности које су се кретале од 4,93 t/ha до 527,22 t/ha, односно од 0,09 % до 12,99 %, средња вредност 116,35 t/ha, односно 2,78 % што припада класи средњег садржаја (2,01-6,0 %), при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 79,6045 t/ha, односно 2,0801 % и коефицијент варијације 68,42 % за ОС у t/ha и 74,82 % за ОС %. Садржај органског угљеника (t/ha) до 100 cm дубине кретао се у вредностима од 10,06 t/ha до 646,98 t/ha, односно 0,06 % до 5,2 %, средња вредност 154,19 t/ha, односно 1,11 %, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 93,2222 t/ha, односно 0,7352 % и коефицијент варијације 60,46 % за ОС у t/ha и 66,23 % за ОС у % до 100 cm дубине. Анализе коефицијената варијације показују да вредности аритметичке средине нису довољно репрезентативне за овај начин коришћења земљишта ($V > 50$ %).



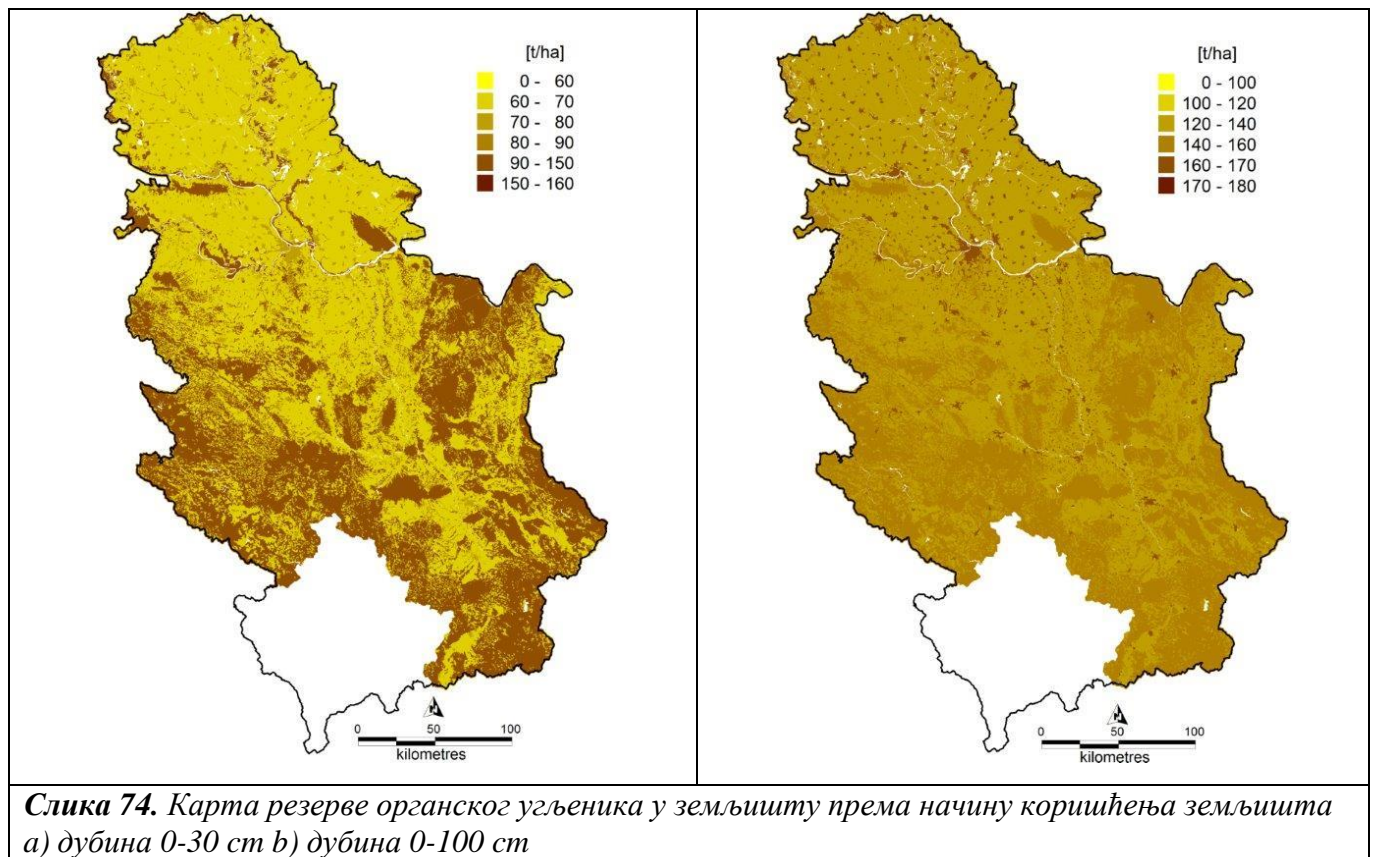
Слика 72. Садржај органског угљеника у земљишту на дубини до 30 cm и 100 cm у односу на начин коришћења земљишта у t/ha



Слика 73. Садржај органског угљеника у земљишту на дубини до 30 cm и 100 cm у односу на начин коришћења земљишта у %

Анализа садржаја органског угљеника у земљишту (%) у категорији *влажна подручја* до 30 cm дубине показује вредности које су се кретале од 0,6 % до 1,95 %, средња вредност 1,43 % што припада класи ниског садржаја (1,01-2,0 %), при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 0,5832 % и коефицијент варијације 40,78 %. Садржај органског угљеника до 100 cm дубине кретао се у вредностима 0,32 % до 1,59 %, средња вредност 1,08 %, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 0,5383 % и коефицијент варијације 49,84 % до 100 cm дубине. Анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине довољно репрезентативне за овај начин коришћења земљишта ($V < 50$ %).

На Слици 74 приказана је резерва органског угљеника у земљишту (t/ha) према начину коришћења земљишта за дубину 0-30 cm и 0-100 cm.



6.4 УТВРЂИВАЊЕ ЗАВИСНОСТИ САДРЖАЈА ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ ОД КОЛИЧИНЕ ПАДАВИНА, ТЕМПЕРАТУРЕ И НАДМОРСКЕ ВИСИНЕ

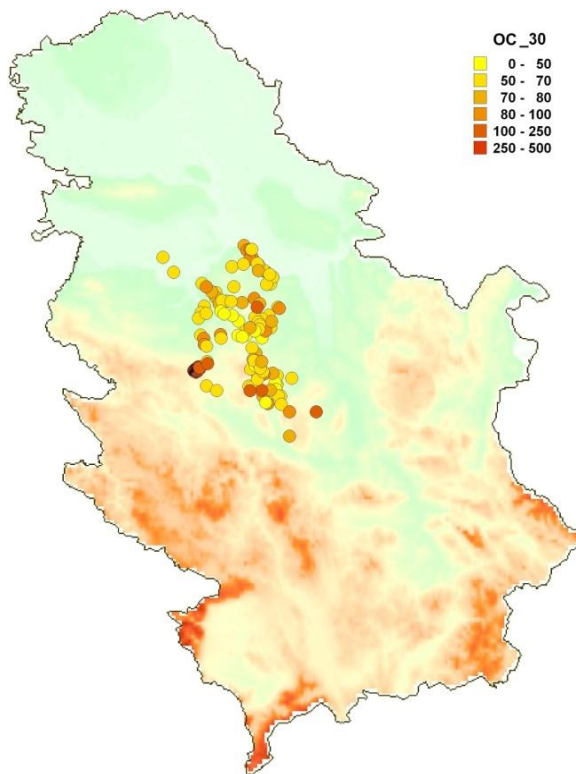
6.4.1 Утврђивање статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине за подручје Шумадије - Београд и Крагујевац

За подручје Шумадије које обухвата територију града Крагујевца и делове територије града Београда укупно је анализирано 138 профила земљишта и утврђен је садржај органског угљеника у земљишту. У Табели 19 приказан је број локалитета истраживања (n), минимални садржај органског угљеника у земљишту (Min OC), максимална вредност садржаја органског угљеника у земљишту (Max OC), аритметичка средина (\bar{x}), стандардна девијација (σ) и коефицијент варијације (v).

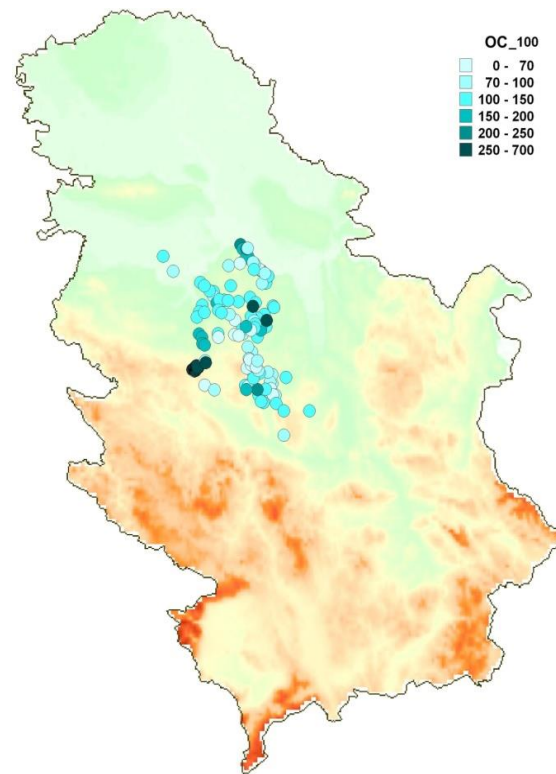
Табела 19. Статистичке вредности садржаја органског угљеника у земљишту до 30 cm и 100 cm дубине за подручје Шумадије (Београд, Крагујевац)

Анализирани параметар	Дубина	
	до 30 cm	до 100 cm
Број локалитета (n)	138	138
Min OC (t/ha)	18,25	18,25
Max OC (t/ha)	471,70	658,40
Аритметичка средина (\bar{x}) (t/ha)	112,12	165,95
Стандардна девијација (σ) (t/ha)	88,9858	114,6267
Коефицијент варијације (V) (%)	79,37	69,07

Просторна дистрибуција локалитета са садржајем органског угљеника у земљишту на дубини до 30 cm и 100 cm дата је на Слици 75 и 76. Средње вредности садржаја органског угљеника износе 112,12 t/ha до дубине од 30 cm и 165,95 t/ha до дубине од 100 cm, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 88,9858 t/ha до дубине од 30 cm и 114,6267 t/ha до дубине од 100 cm и коефицијент варијације 79,37 % до 30 cm дубине и 69,07 до 100 cm дубине.



Слика 75. Садржај органског угљеника до 30 cm дубине (t/ha) за подручје Шумадије (Београд, Крагујевац)



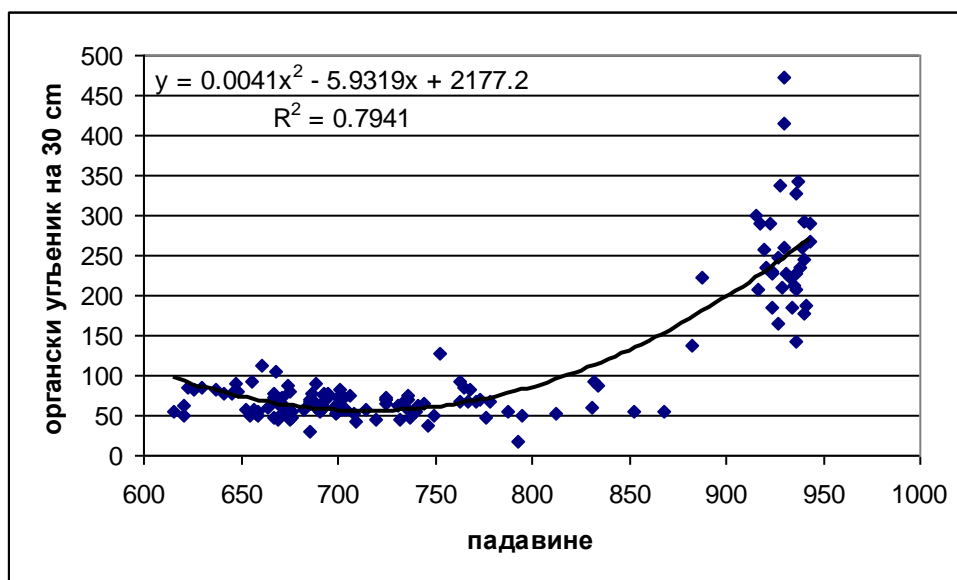
Слика 76. Садржај органског угљеника до 100 cm дубине (t/ha) за подручје Шумадије (Београд, Крагујевац)

Коефицијент детерминације (R^2) са вредностима од 0 до 1 показује јачину везе између средње годишње количине падавина и садржаја органског угљеника у земљишту. На испитиваном подручју израчунат је коефицијент детерминације 0,7941 за дубине до 30 cm и 0,6506 за дубине до 100 cm (Слике 77 и 80). Са слике 77 можемо видети да је зависност између променљивих нелинеарна, садржај органског угљеника у земљишту је релативно константан до вредности падавина од 850 mm, а онда нагло расте за количину падавина од 950 mm. Нелинеарна зависност је посебно уочљива на Слици 80 где садржај органског угљеника опада за вредности падавина до 800 mm, затим благо расте, да би за вредности падавина од око 950 mm вредност садржаја имала велику дистрибуцију вредности.

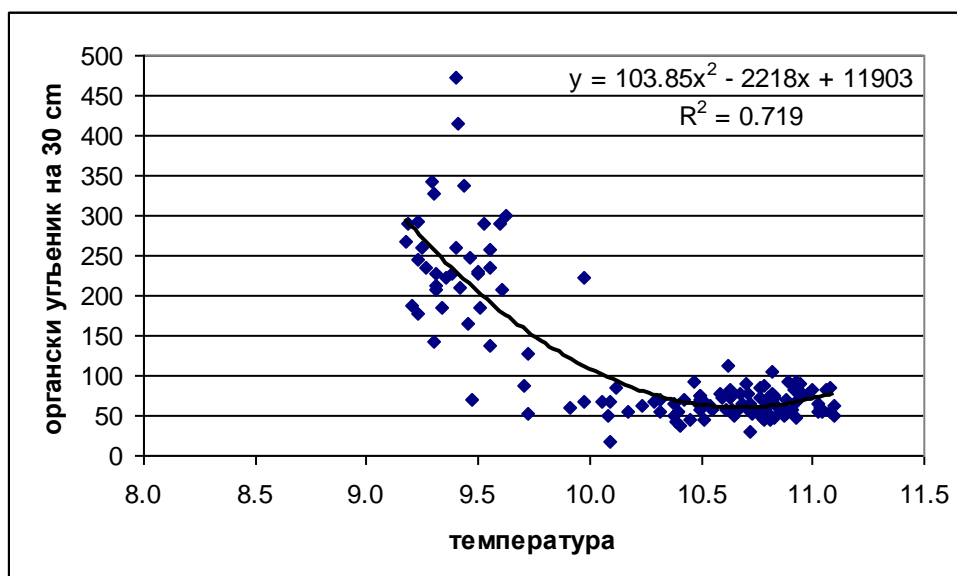
Утврђивањем статистичке повезаности садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње температуре израчунат је коефицијент детерминације који износи 0,719 за дубине до 30 cm и 0,6028 за дубине до 100 cm. (Слике 78 и 81). Са Слике 78 можемо видети да је зависност између променљивих нелинеарна, негативна, садржај органског угљеника у земљишту опада са порастом средње годишње температуре. Исто се може рећи и за зависност приказану на Слици 81.

Утврђивањем статистичке повезаности садржаја органског угљеника у земљишту и надморске висине израчунат је коефицијент детерминације који износи 0,7301 за дубине до 30 cm и 0,6506 за дубине до 100 cm (Слике 79 и 82). Са Слике 79 можемо видети да је зависност између променљивих

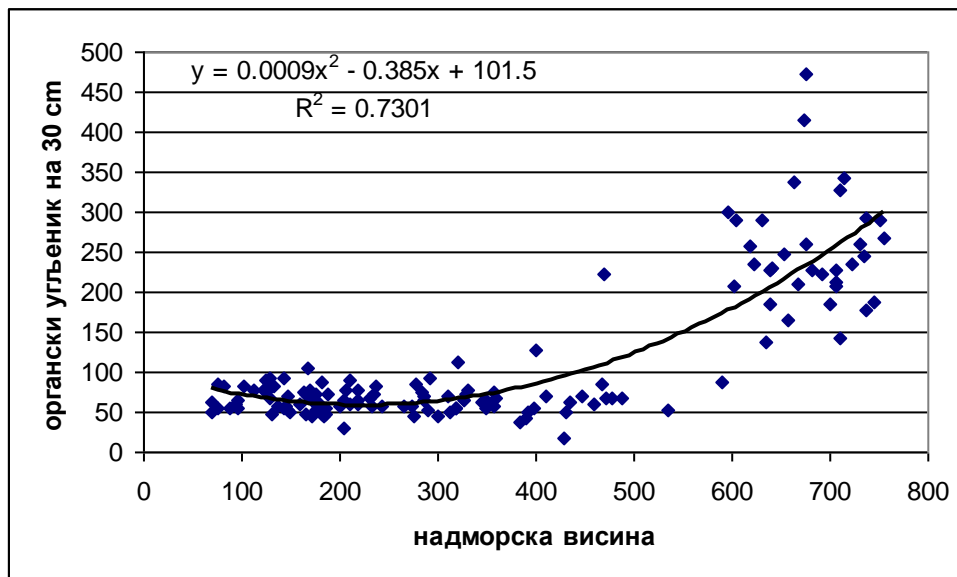
нелинеарна, позитивна, садржај органског угљеника у земљишту благо опада на надморским висинама од 100-250 m, затим је релативно константан до надморске висине од 600 m и затим расте са порастом надморске висине. Нелинеарна зависност је уочљива и на Слици 82 на којој се може видети да за дубине до 400 m садржај органског угљеника опада, а затим за веће надморске висине расте.



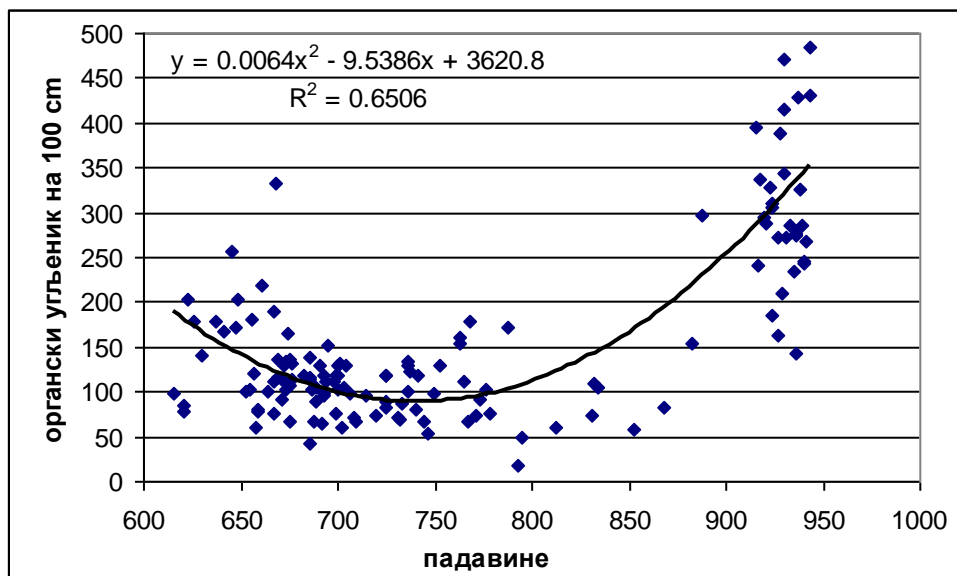
Слика 77. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње количине падавина (mm) до 30 cm дубине за подручје Шумадије (Београд, Крагујевац)



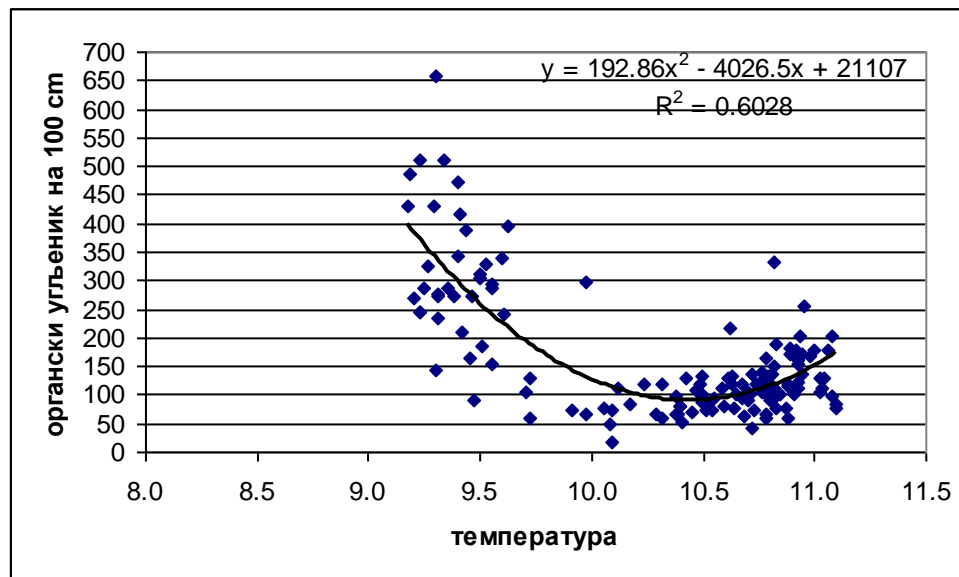
Слика 78 . Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње температуре (°C) до 30 cm дубине за подручје Шумадије (Београд, Крагујевац)



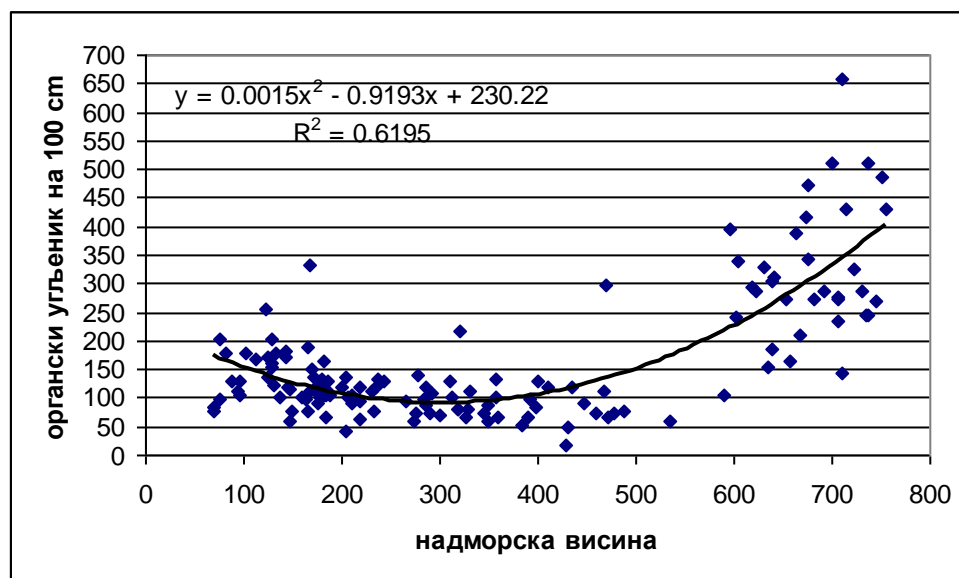
Слика 79 . Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и надморске висине (m) на 30 см дубине за подручје Шумадије (Београд, Крагујевац)



Слика 80 . Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње количине падавина (mm) до 100 см дубине за подручје Шумадије (Београд, Крагујевац)



Слика 81. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње температуре (°C) до 100 cm дубине за подручје Шумадије (Београд, Крагујевац)



Слика 82. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и надморске висине (m) до 100 cm дубине за подручје Шумадије (Београд, Крагујевац)

6.4.2 Утврђивање статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине за подручје западне Србије

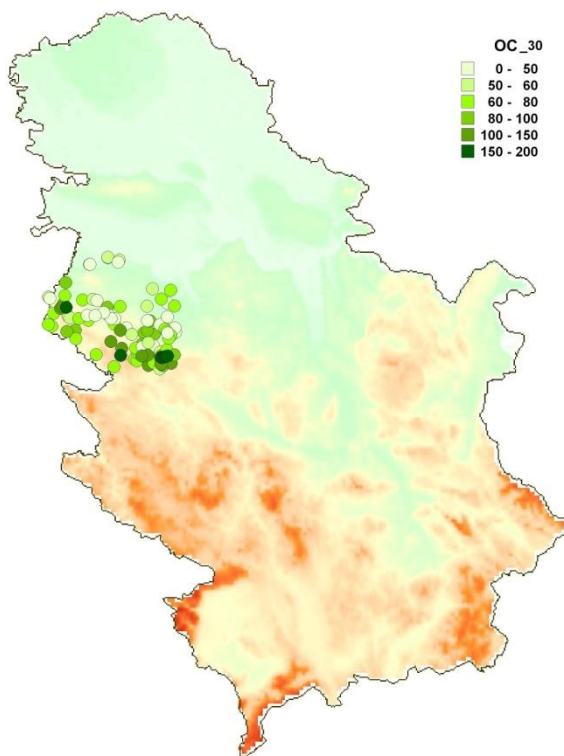
За подручје западне Србије које обухвата територије града Ваљева, Лознице и западног дела Београда анализирано је 100 профила земљишта и утврђен је садржај органског угљеника у

земљишту. У Табели 20 приказан је број локалитета истраживања (n), минимални садржај органског угљеника у земљишту (Min OC), максимална вредност садржаја органског угљеника у земљишту (Max OC), аритметичка средина (\bar{x}), стандардна девијација (σ) и коефицијент варијације (v).

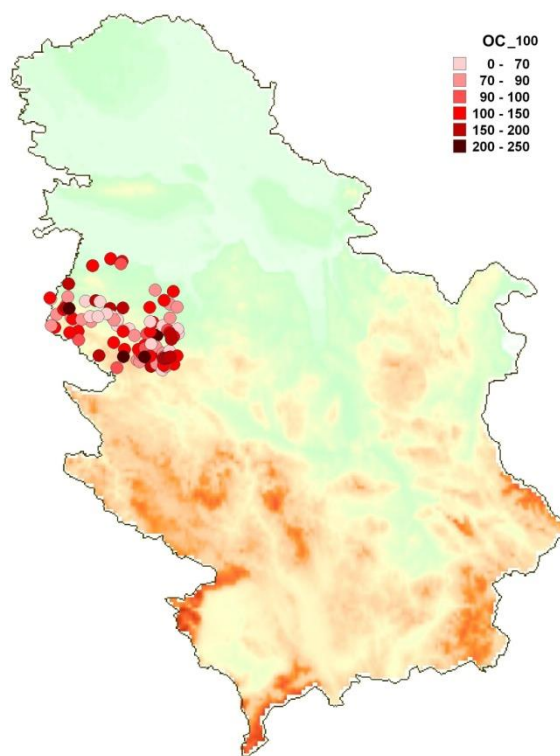
Табела 20. Статистичке вредности садржаја органског угљеника у земљишту до 30 cm и 100 cm дубине за подручје западне Србије (Ваљево, Лозница, Београд-запад)

Анализирани параметар	Дубина	
	до 30 cm	до 100 cm
Број локалитета (n)	100	100
Min OC (t/ha)	14,29	32,48
Max OC (t/ha)	195,71	245,21
Аритметичка средина (\bar{x}) (t/ha)	78,46	109,52
Стандардна девијација (σ) (t/ha)	38,6256	44,4105
Коефицијент варијације (v) (%)	49,23	40,55

Просторна дистрибуција локалитета са садржајем органског угљеника у земљишту на дубини до 30 cm и 100 cm приказана је на Слици 83 и 84. Средње вредности садржаја органског угљеника износе 78,46 t/ha за дубине до 30 cm и 109,52 t/ha за дубине до 100 cm, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 38,6256 t/ha до 30 cm и 44,4105 t/ha до 100 cm дубине и коефицијент варијације 49,23 % до 30 cm дубине и 40,55 % до 100 cm дубине.



Слика 83. Садржај органског угљеника до 30 cm дубине (t/ha) за подручје западне Србије (Ваљево, Лозница, Београд-запад)

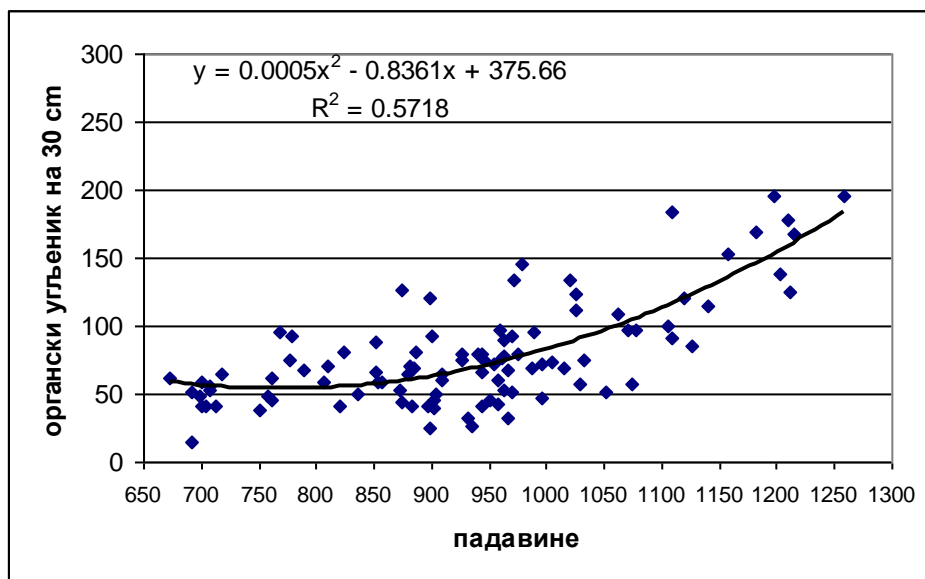


Слика 84. Садржај органског угљеника до 100 cm дубине (t/ha) за подручје западне Србије (Ваљево, Лозница, Београд-запад)

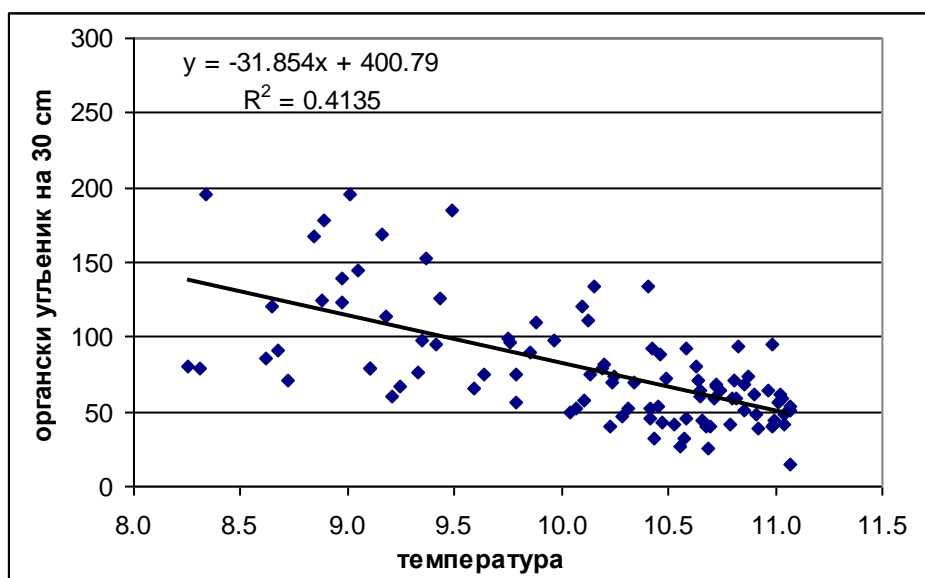
На испитиваном подручју утврђена је повезаност садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње количине падавина. Коefицијент детерминације је 0,5718 за дубине до 30 cm и 0,284 за дубине до 100 cm (Слике 85 и 88). Са Сликe 85 можемо видети да је зависност између променљивих нелинеарна, позитивна, садржај органског угљеника у земљишту расте како се повећава количина падавина. Исто се може рећи и за зависност приказану на Слици 88.

Утврђивањем статистичке повезаности садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње температуре израчунат је коefицијент детерминације и он износи 0,4135 за дубине до 30 cm и 0,1403 за дубине до 100 cm (Слике 86 и 89). Са Сликe 86 можемо видети да је зависност између променљивих линеарна, негативна, садржај органског угљеника у земљишту опада како се повећава средња годишња температура. Зависност приказана на Слици 89 је слаба линеарна негативна.

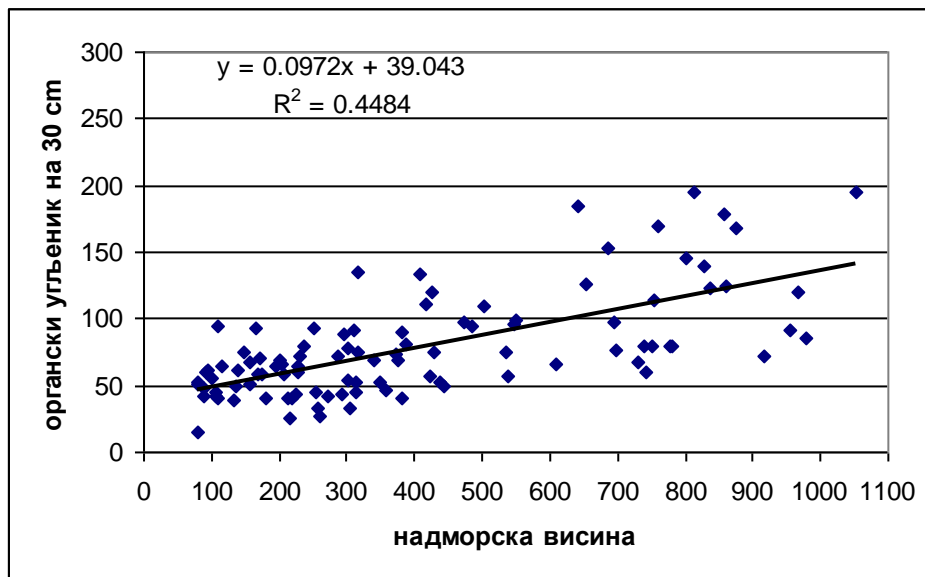
Утврђивањем статистичке повезаности садржаја органског угљеника у земљишту и надморске висине израчунат је коefицијент детерминације који износи 0,4484 за дубине до 30 cm и 0,1505 за дубине до 100 cm (Слике 87 и 90). Са Сликe 87 можемо видети да је зависност између променљивих линеарна, позитивна, садржај органског угљеника у земљишту расте како се повећава надморска висина. Зависност приказана на Слици 90 је веома слаба нелинеарна позитивна.



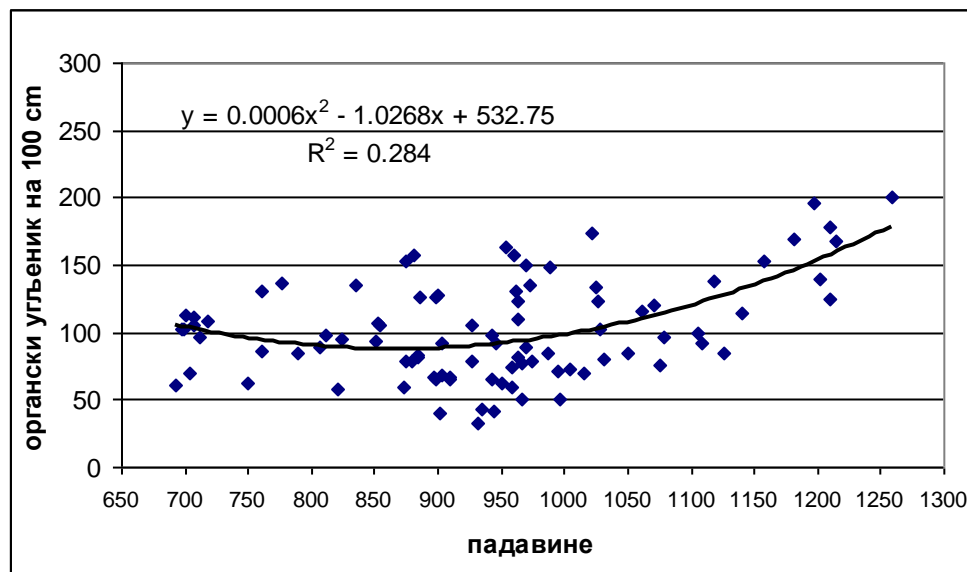
Слика 85. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње количине падавина (mm) до 30 cm дубине за подручје западне Србије (Ваљево, Лозница, Београд-запад)



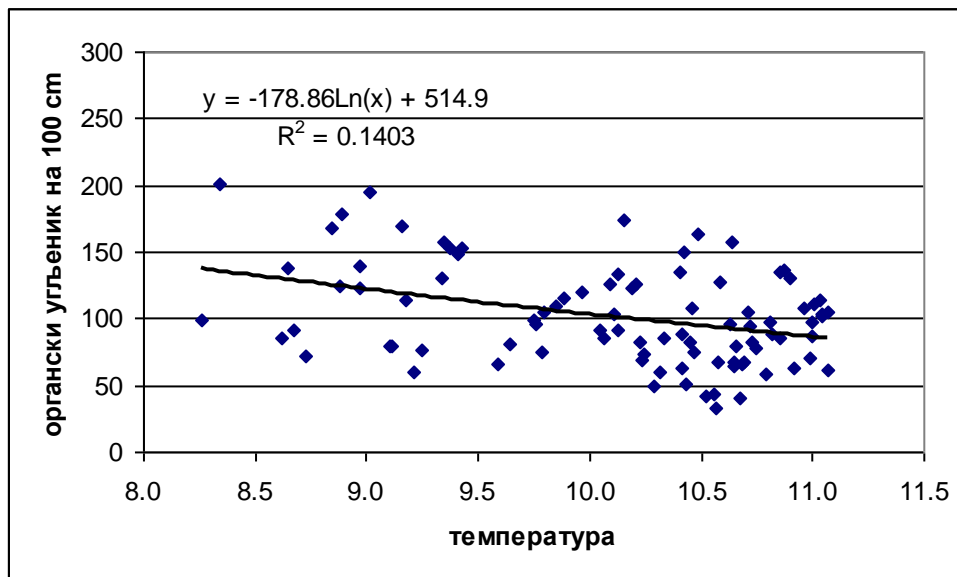
Слика 86. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње температуре (°C) до 30 cm дубине за подручје западне Србије (Ваљево, Лозница, Београд-запад)



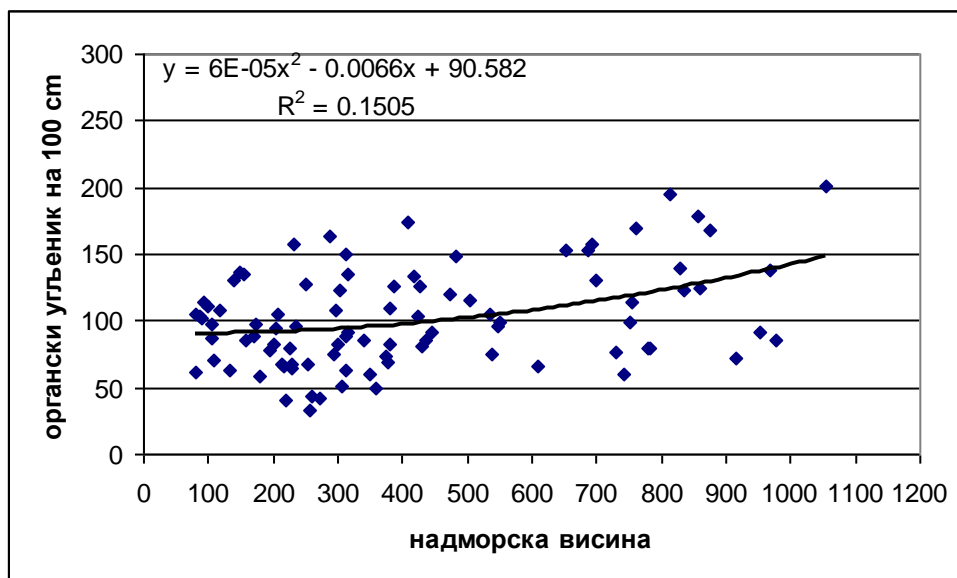
Слика 87. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту и надморске висине (m) до 30 cm дубине за подручје западне Србије (Ваљево, Лозница, Београд-запад)



Слика 88. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње количине падавина (mm) до 100 cm дубине за подручје западне Србије (Ваљево, Лозница, Београд-запад)



Слика 89. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње температуре (°C) до 100 см дубине за подручје западне Србије (Ваљево, Лозница, Београд-запад)



Слика 90. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и надморске висине (m) до 100 см дубине за подручје западне Србије (Ваљево, Лозница, Београд-запад)

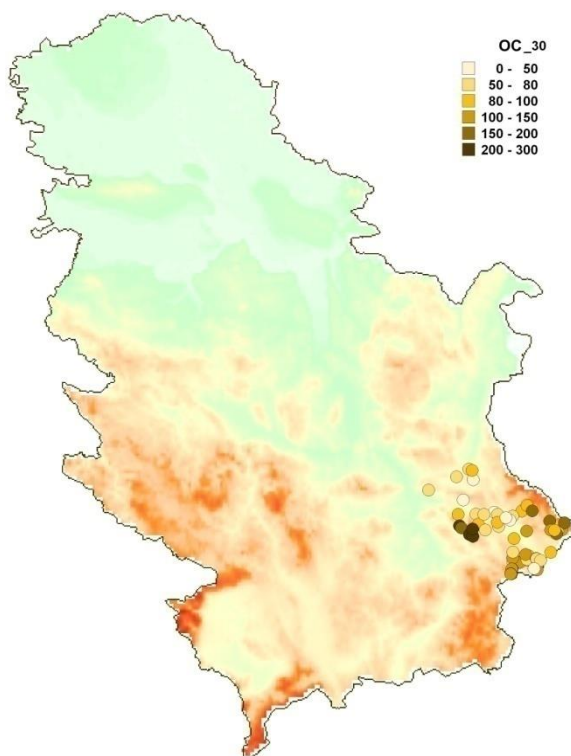
6.4.3 Утврђивање статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине за подручје југоисточне Србије

За подручје југоисточне Србије које обухвата локалитете у сливу реке Нишаве укупно је анализиран 61 профил земљишта и утврђен је садржај органског угљеника у земљишту. У Табели 21 приказан је број локалитета истраживања (n), минимални садржај органског угљеника у земљишту (Min OC), максимална вредност садржаја органског угљеника у земљишту (Max OC), аритметичка средина (\bar{x}), стандардна девијација (σ) и коефицијент варијације (V).

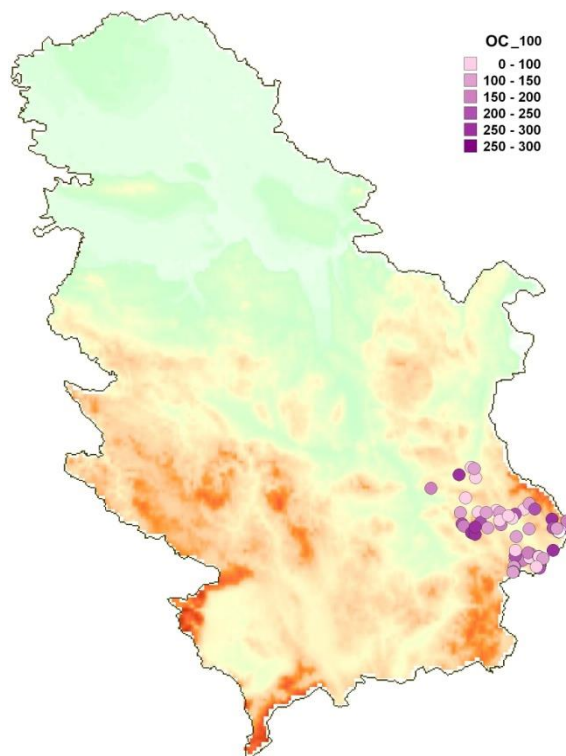
Табела 21. Статистичке вредности садржаја органског угљеника у земљишту до 30 cm и 100 cm дубине за подручје југоисточне Србије (Нишава)

Анализирани параметар	Дубина	
	до 30 cm	до 100 cm
Број локалитета (n)	61	61
Min OC (t/ha)	26,51	26,51
Max OC (t/ha)	274,89	444,03
Аритметичка средина (\bar{x}) (t/ha)	102,13	156,76
Стандардна девијација (σ) (t/ha)	55,9040	78,9543
Коефицијент варијације (V) (%)	54,74	50,37

Просторна дистрибуција локалитета са садржајем органског угљеника у земљишту на дубини до 30 и 100 cm дата је на Слици 91 и 92. Средње вредности садржаја органског угљеника износе 102,13 t/ha за дубине до 30 cm и 156,76 t/ha за дубине до 100 cm, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 55,9040 t/ha до 30 cm и 78,9543 t/ha до 100 cm дубине и коефицијент варијације 54,74 % до 30 cm дубине и 50,37 % до 100 cm дубине.



Слика 91. Садржај органског угљеника до 30 cm дубине (t/ha) за подручје југоисточне Србије (Нишава)

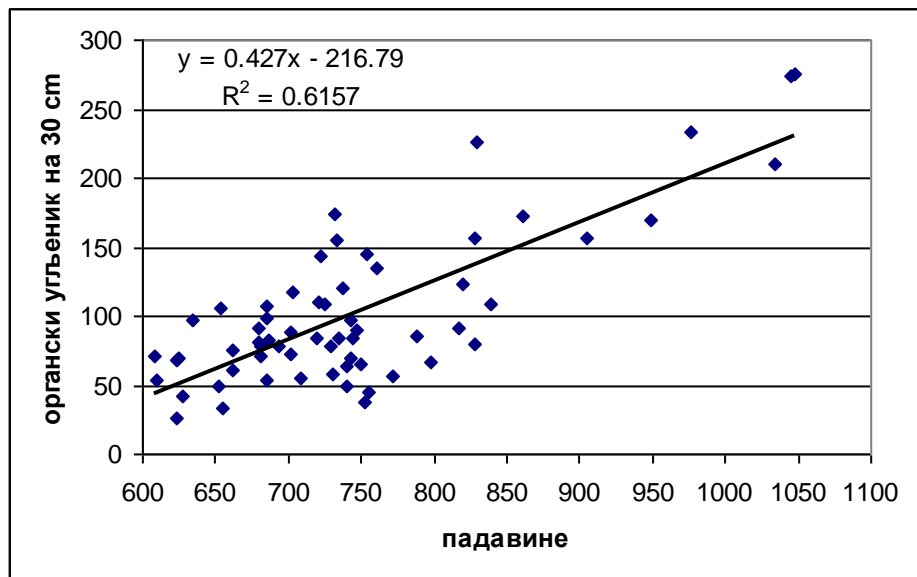


Слика 92. Садржај органског угљеника до 100 cm дубине (t/ha) за подручје југоисточне Србије (Нишава)

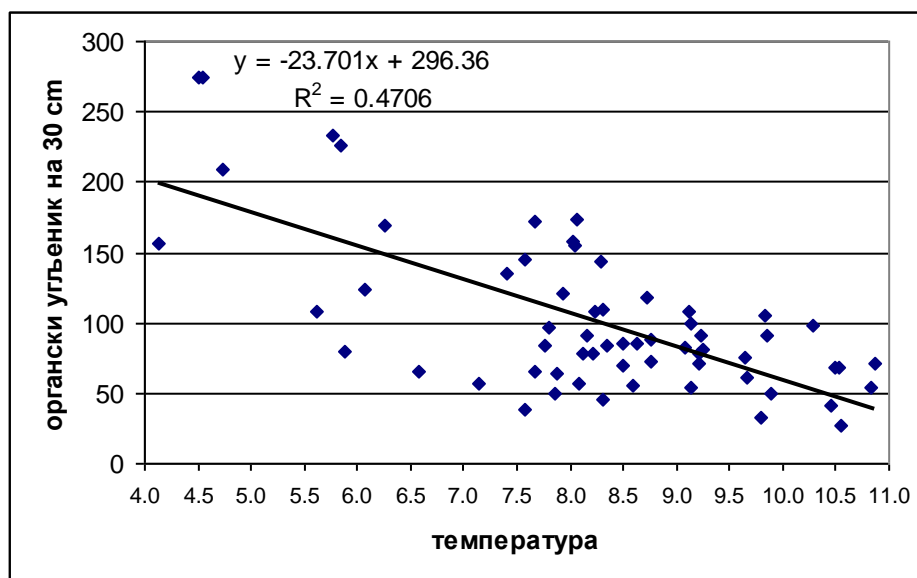
На испитиваном подручју утврђена је повезаност садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње количине падавина. Коefицијент детерминације износи 0,6157 за дубине до 30 cm и 0,3842 за дубине до 100 cm (Слике 93 и 96). Са Сlike 93 можемо видети да је зависност између променљивих линеарна, позитивна, садржај органског угљеника у земљишту расте како се повећава количина падавина. Зависност приказана на Слици 96 је нешто слабија, линеарна, позитивна.

Утврђивањем статистичке повезаности садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње температуре израчунат је коefицијент детерминације који износи 0,4706 за дубине до 30 cm и 0,2628 за дубине до 100 cm (Слике 94 и 97). Са Сlike 94 можемо видети да је зависност између променљивих линеарна, негативна, садржај органског угљеника у земљишту опада како се повећава средња годишња температура. Зависност приказана на Слици 97 је нешто слабија, линеарна, негативна.

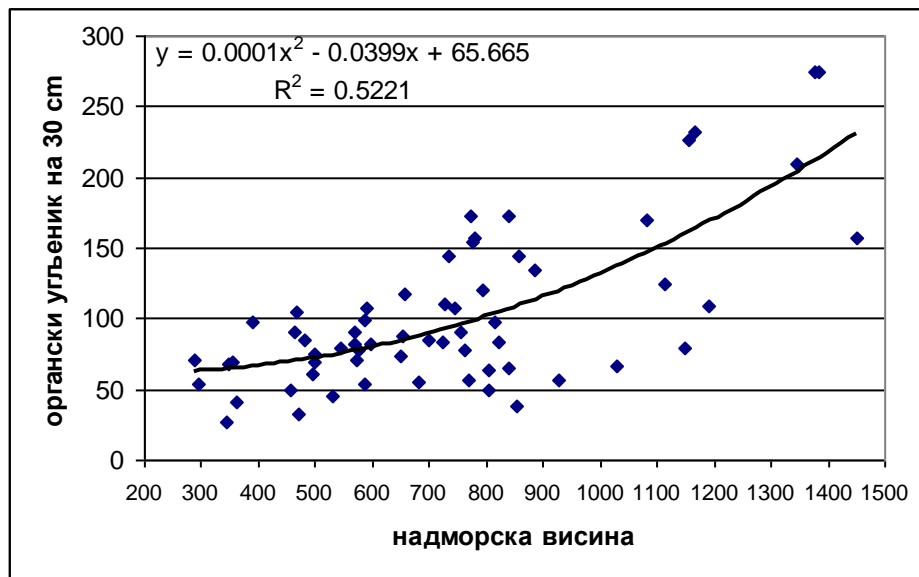
Утврђивањем статистичке повезаности садржаја органског угљеника у земљишту и надморске висине израчунат је коefицијент детерминације који износи 0,5221 за дубине до 30 cm и 0,2927 за дубине до 100 cm (Слике 95 и 98). Са Сlike 95 можемо видети да је зависност између променљивих нелинеарна, позитивна, садржај органског угљеника у земљишту расте како се повећава надморска висина. Зависност приказана на Слици 98 је веома слаба, линеарна позитивна.



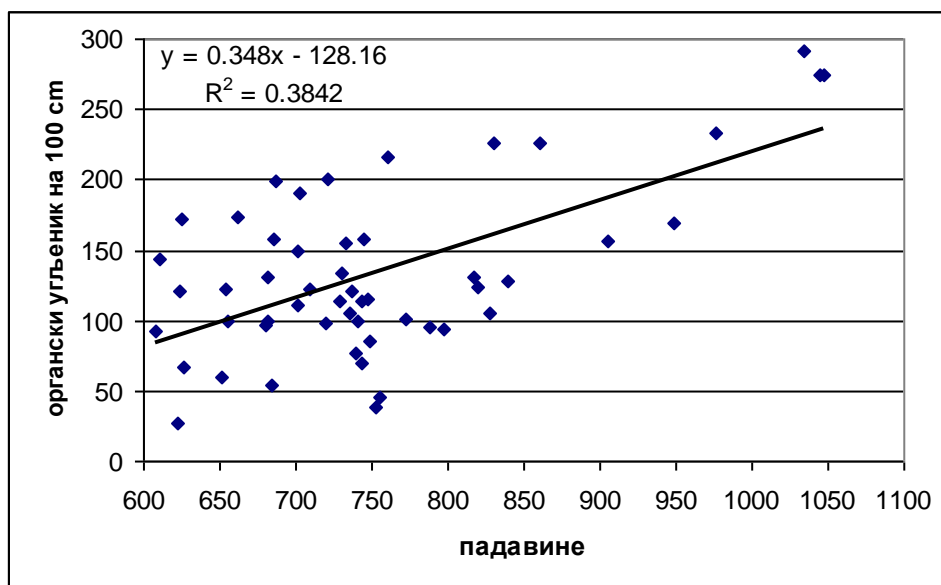
Слика 93. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње количине падавине (mm) до 30 cm дубине за подручје југоисточне Србије (Нишава)



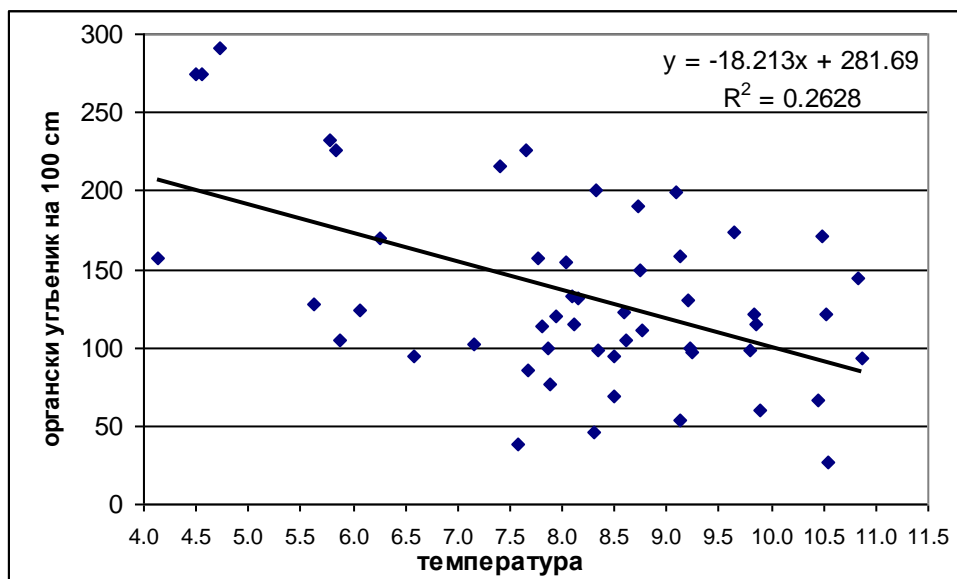
Слика 94. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње температуре (°C) до 30 cm дубине за подручје југоисточне Србије (Нишава)



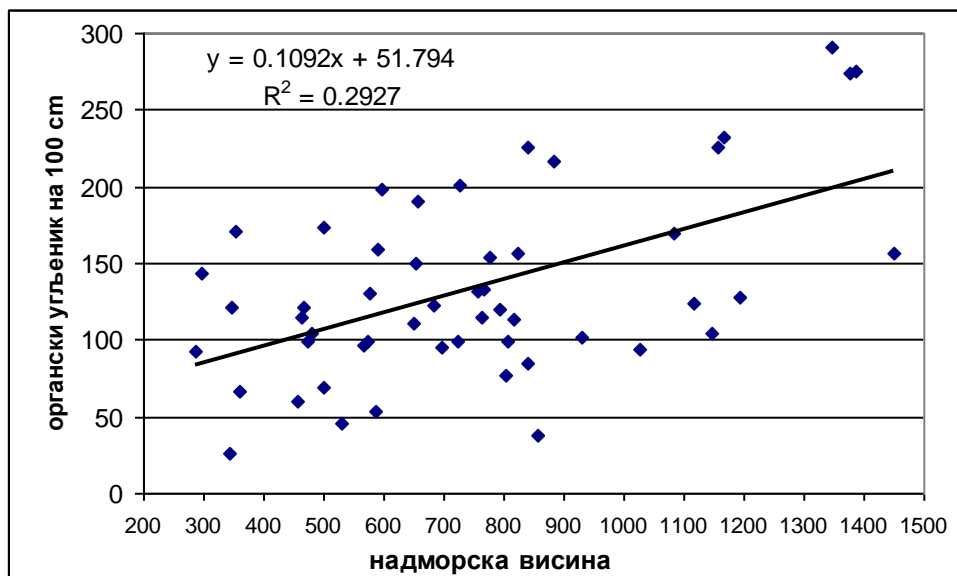
Слика 95. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и надморске висине (m) до 30 см дубине за подручје југоисточне Србије (Нишава)



Слика 96. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње количине падавина (mm) на 100 см дубине за подручје југоисточне Србије (Нишава)



Слика 97. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње температуре (°C) до 100 cm дубине за подручје југоисточне Србије (Нишава)



Слика 98. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и надморске висине (m) до 100 cm дубине за подручје југоисточне Србије (Нишава)

6.4.4 Утврђивање статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине за подручје јужне Србије - Лесковац

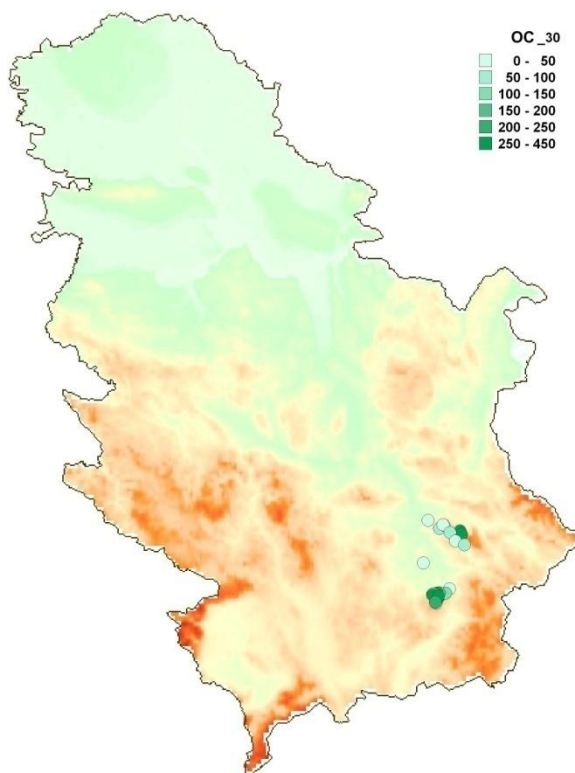
За подручје јужне Србије које обухвата локалитете у околини града Лесковца укупно је анализирано 22 профила земљишта и утврђен је садржај органског угљеника у земљишту. У Табели

22 приказан је број локалитета истраживања (n), минимални садржај органског угљеника у земљишту (Min OC), максимална вредност садржаја органског угљеника у земљишту (Max OC), аритметичка средина (\bar{x}), стандардна девијација (σ) и коефицијент варијације (V).

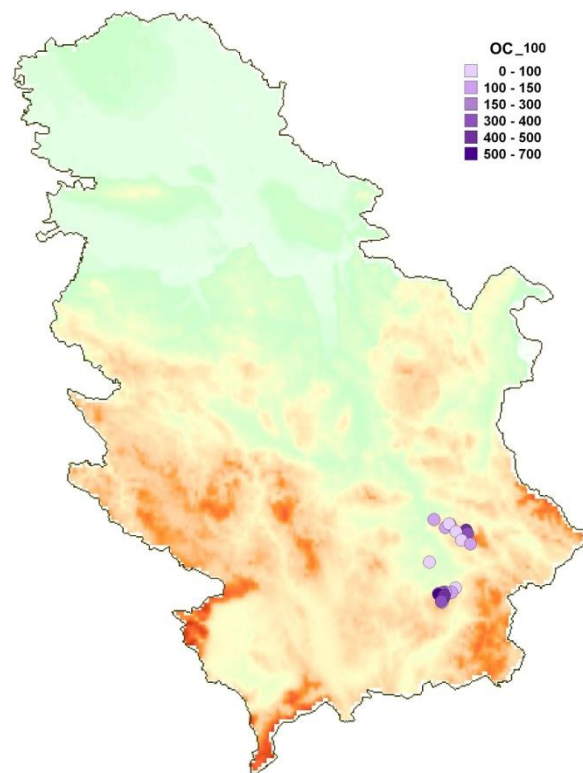
Табела 22. Статистичке вредности садржаја органског угљеника у земљишту до 30 cm и 100 cm дубине за подручје јужне Србије (Лесковац)

Анализирани параметар	Дубина	
	до 30 cm	до 100 cm
Број локалитета (n)	22	22
Min OC (t/ha)	27,97	27,97
Max OC (t/ha)	443,76	646,98
Аритметичка средина (\bar{x}) (t/ha)	173,47	220,51
Стандардна девијација (σ) (t/ha)	142,6438	168,0621
Коефицијент варијације (V) (%)	82,23	76,21

Просторна дистрибуција локалитета са садржајем органског угљеника у земљишту на дубини до 30 cm и 100 cm дата је на Слици 99 и 100. Средње вредности садржаја органског угљеника износе 173,47 t/ha за дубине до 30 cm и 220,51 t/ha за дубине до 100 cm, при чему просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника износи 142,6438 t/ha до 30 cm и 168,0621 t/ha до 100 cm дубине и коефицијент варијације 82,23 % до 30 cm дубине и 76,21 до 100 cm дубине.



Слика 99. Садржај органског угљеника до 30 cm дубине (t/ha) за подручје јужне Србије (Лесковац)

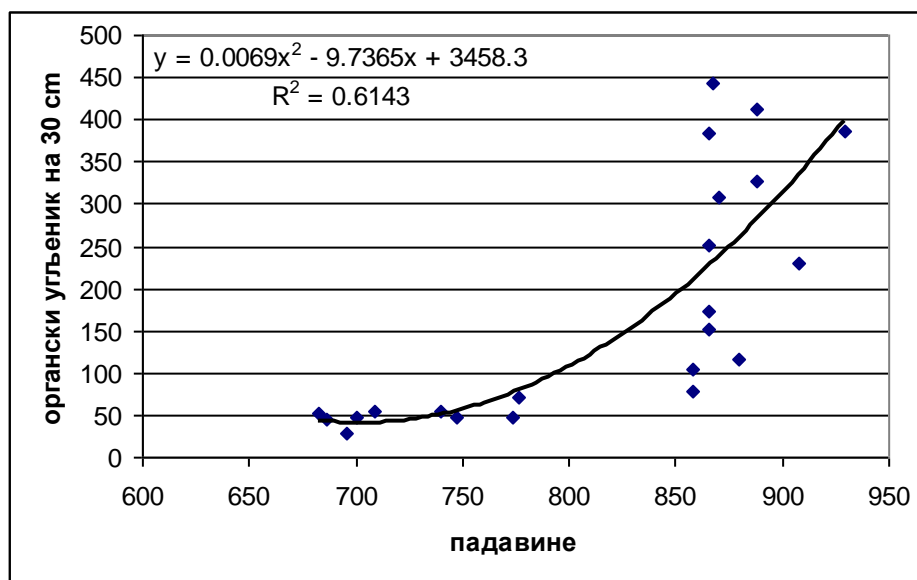


Слика 100. Садржај органског угљеника до 100 cm дубине (t/ha) за подручје јужне Србије (Лесковац)

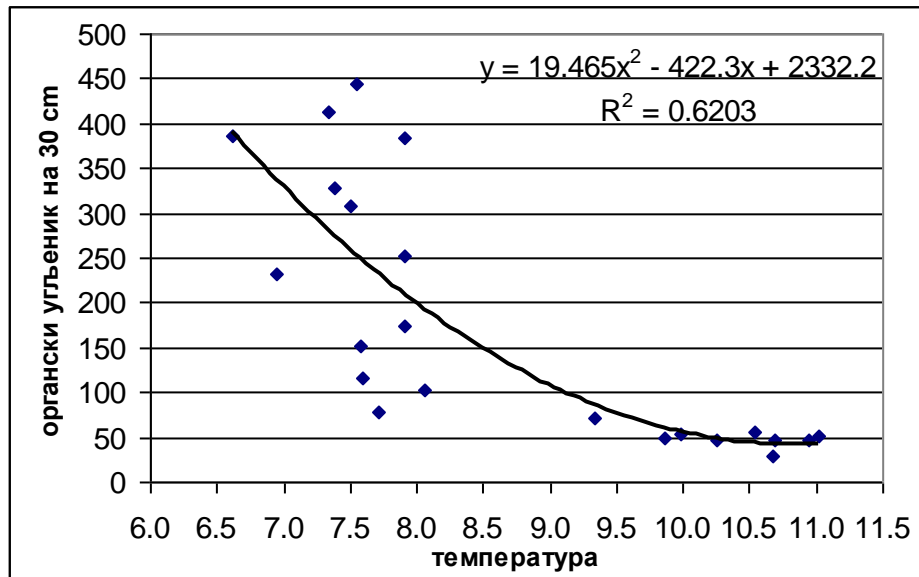
На испитиваном подручју утврђена је повезаност садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње количине падавина. Коefицијент детерминације износи 0,6143 за дубине до 30 cm и 0,6811 за дубине до 100 cm (Слике 101 и 104). Са Слике 101 можемо видети да је зависност између променљивих нелинеарна, садржај органског угљеника у земљишту је константан до вредности падавина од 800 mm, а онда нагло расте за количину падавина од око 850 mm, да би и даље растао када се количина падавина не мења. Може се закључити да садржај органског угљеника у земљишту не зависи линеарно од средње годишње количине падавина јер се прво не мења када падавине расту, а затим расте када се падавине не мењају. Исто се може рећи и за зависност приказану на Слици 104.

Утврђивањем статистичке повезаности садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње температуре израчунат је коefицијент детерминације и он износи 0,6203 за дубине до 30 cm и 0,6676 за дубине до 100 cm (Слике 102 и 105). Са Слике 102 можемо видети да је зависност између променљивих нелинеарна, негативна, при чему се може закључити да садржај органског угљеника у земљишту веома варира при истим вредностима температуре, док се смањује при температурама вишим од 9 °C. Исто се може рећи и за зависност приказану на Слици 105 која нам указује да садржај органског угљеника у земљишту веома варира при истим вредностима температуре, на основу чега се закључује да је зависност слаба.

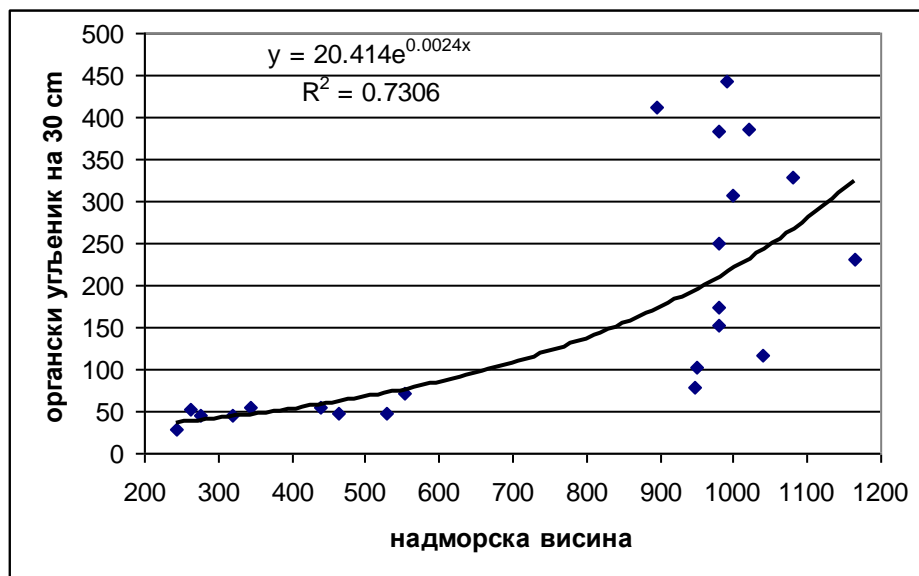
Утврђивањем статистичке повезаности садржаја органског угљеника у земљишту и надморске висине израчунат је коефицијент детерминације и он износи 0,7306 за дубине до 30 cm и 0,5269 за дубине до 100 cm (Слике 103 и 106). Са Слике 103 можемо видети да је зависност између променљивих нелинеарна, позитивна. С обзиром да је садржај органског угљеника у земљишту релативно константан на нижим надморским висинама до 500 m, док је на надморској висини око 1000 m велика разлика у садржају органског угљеника од локалитета до локалитета, може се закључити да садржај органског угљеника у земљишту не зависи у значајној мери од надморске висине на овом подручју, што се објашњава утицајем других фактора. Исто се може рећи и за зависност приказану на Слици 106.



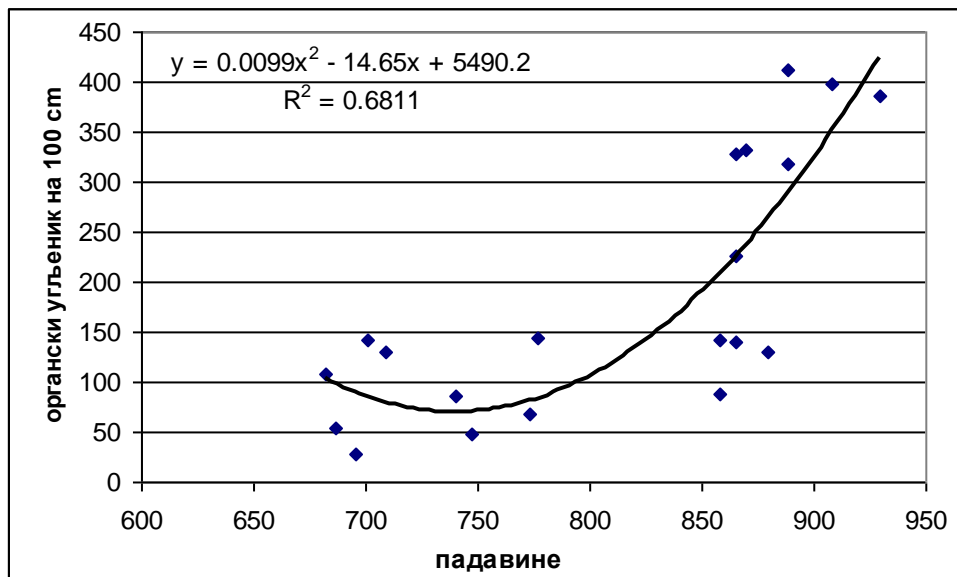
Слика 101. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње количине падавина (mm) до 30 cm дубине за подручје јужне Србије (Лесковац)



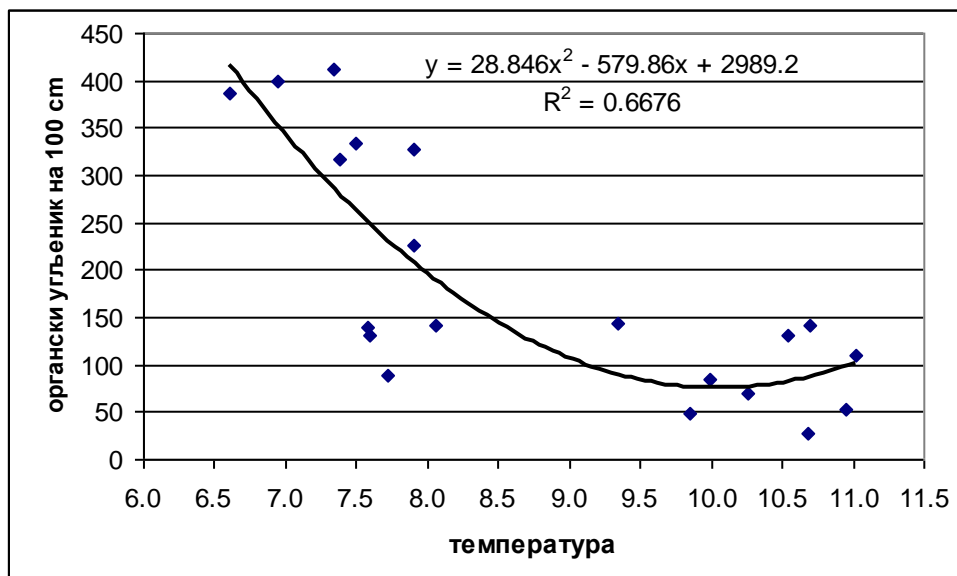
Слика 102. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње температуре (°C) до 30 см дубине за подручје јужне Србије (Лесковац)



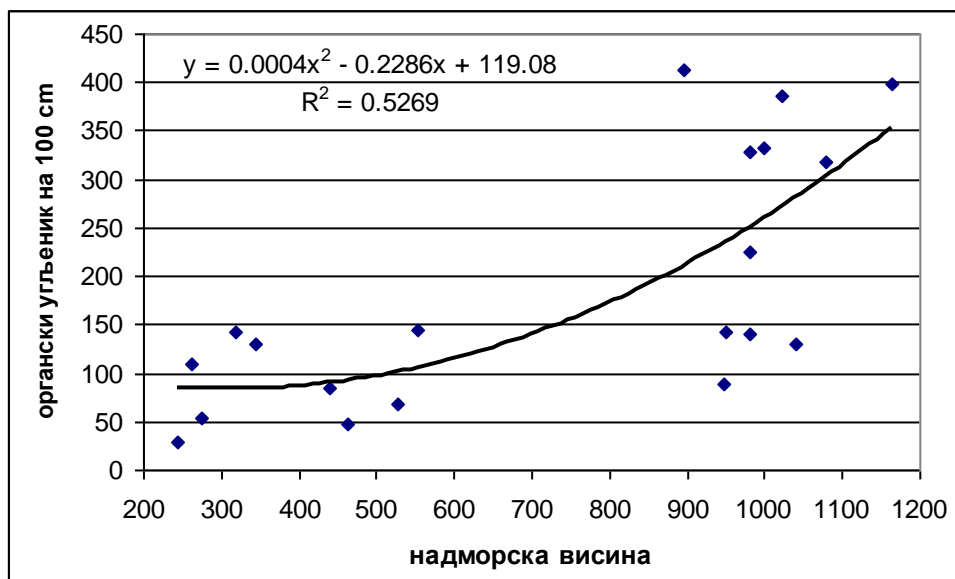
Слика 103. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и надморске висине (m) до 30 см дубине за подручје јужне Србије (Лесковац)



Слика 104. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње количине падавина (mm) до 100 cm дубине за подручје јужне Србије (Лесковац)



Слика 105. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње температуре (°C) до 100 cm дубине за подручје јужне Србије (Лесковац)



Слика 106. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и надморске висине (m) до 100 cm дубине за подручје јужне Србије (Лесковац)

6.4.5 Утврђивање статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине за подручје централне Србије - Крагујевац, западни део и Гоч

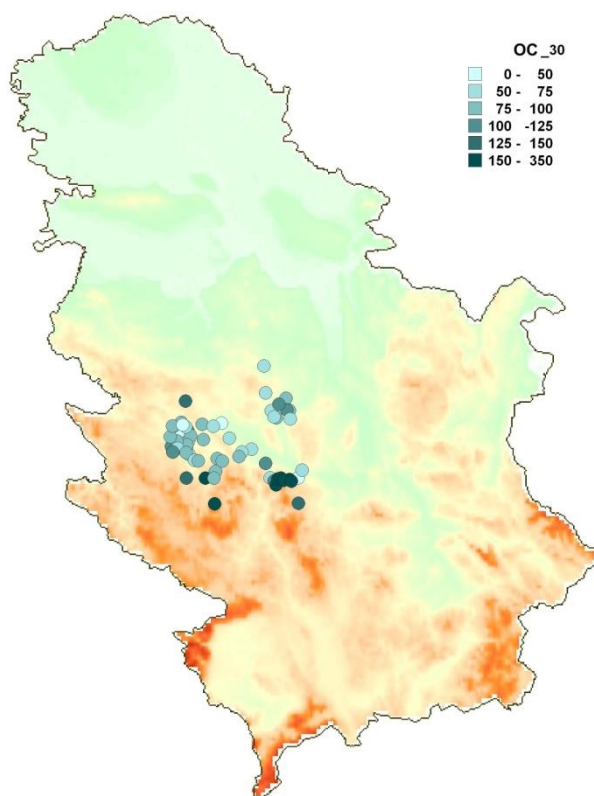
За подручје централне Србије које обухвата локалитете града Крагујевца, западни део и планине Гоч укупно је анализирано 64 профила земљишта и утврђен је садржај органског угљеника у земљишту. У Табели 23 приказан је број локалитета истраживања (n), минимални садржај органског угљеника у земљишту (Min OC), максимална вредност садржаја органског угљеника у земљишту (Max OC), аритметичка средина (\bar{x}), стандардна девијација (σ) и коефицијент варијације (v).

Табела 23. Статистичке вредности садржаја органског угљеника у земљишту до 30 cm и 100 cm дубине за подручје централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч)

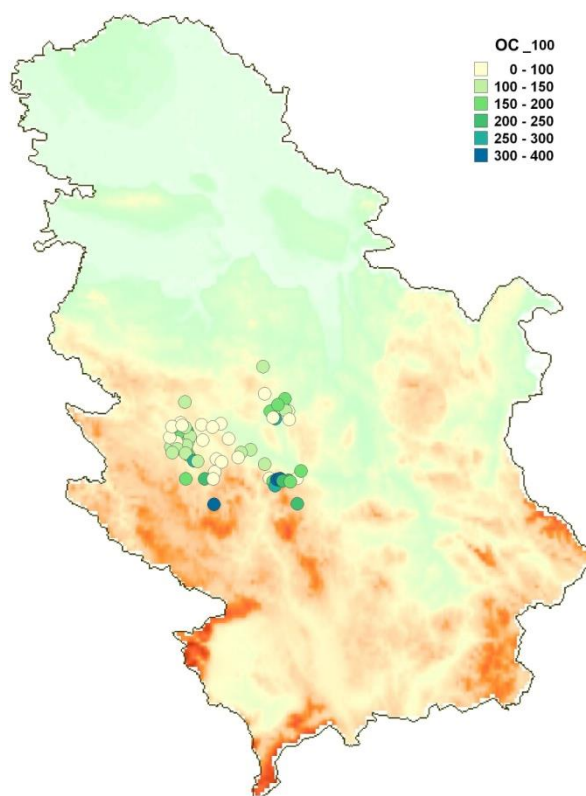
Анализирани параметар	Дубина	
	до 30 cm	до 100 cm
Број локалитета (n)	64	64
Min OC (t/ha)	36,4	53,9
Max OC (t/ha)	347,62	353,23
Аритметичка средина (\bar{x}) (t/ha)	104,54	143,42
Стандардна девијација(σ)	61,3635	69,7129

(t/ha)		
Коефицијент варијације (V)	58,70	48,61
(%)		

Просторна дистрибуција локалитета са садржајем органског угљеника у земљишту на дубини до 30 cm и 100 cm дата је на Слици 107 и 108. Средње вредности садржаја органског угљеника износе 104,54 t/ha за дубине до 30 cm и 143,42 t/ha за дубине до 100 cm, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 61,3635 t/ha до 30 cm и 69,7129 t/ha до 100 cm дубине и коефицијент варијације 58,70 % до 30 cm дубине и 48,61 до 100 cm дубине.



Слика 107. Садржај органског угљеника до 30 cm дубине (t/ha) за подручје централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч)

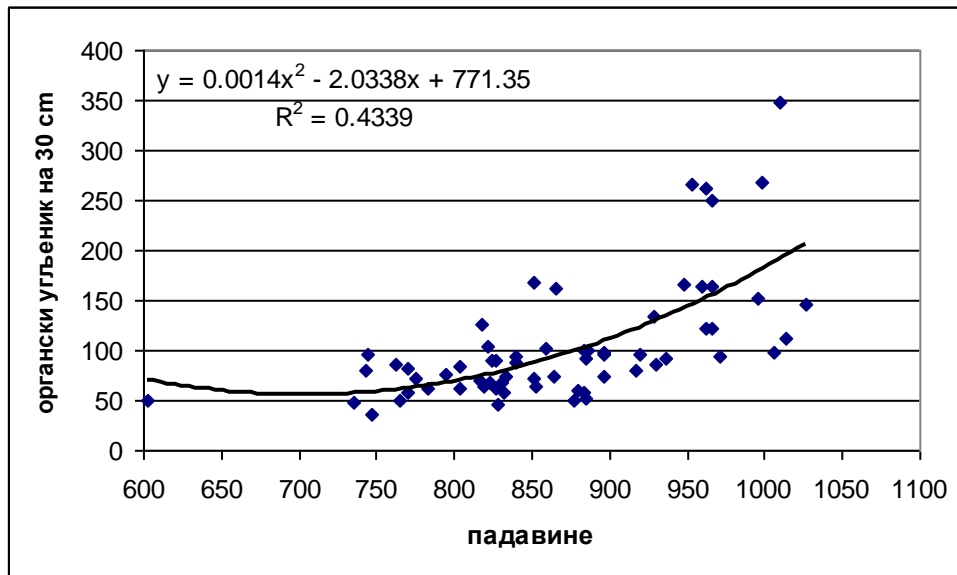


Слика 108. Садржај органског угљеника до 100 cm дубине (t/ha) за подручје централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч)

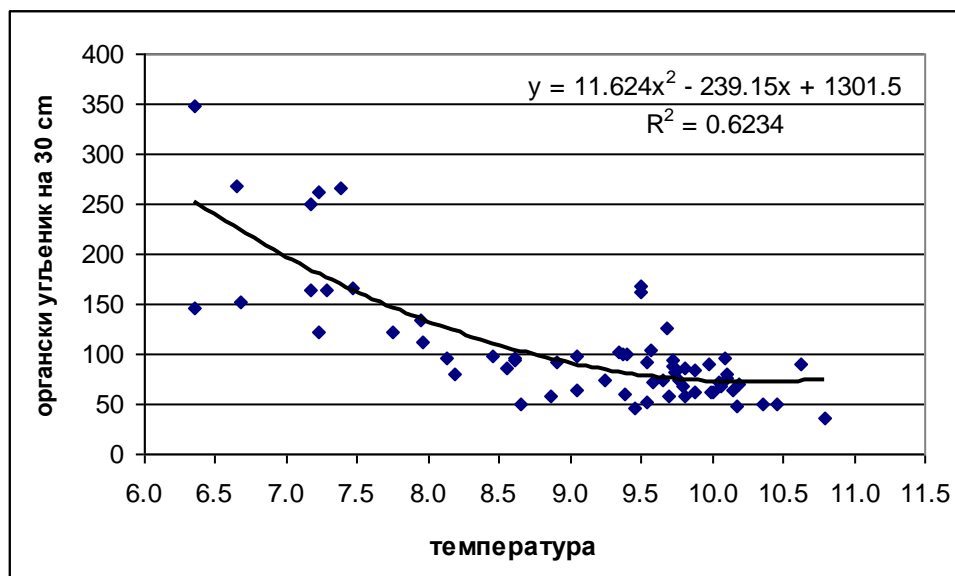
На испитиваном подручју утврђена је повезаност садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње количине падавина. Коефицијент детерминације износи 0,4339 за дубине до 30 cm и 0,3978 за дубине до 100 cm (Слике 109 и 112). Са Сlike 109 можемо видети да је зависност између променљивих слаба, нелинеарна, позитивна, садржај органског угљеника у земљишту је релативно константан при количини падавина од 700-900 mm, да би око вредности од 1000 mm разлике у садржају од локалитета до локалитета биле запажене. Исто се може рећи и за зависност приказану на Слици 112.

Утврђивањем статистичке повезаности садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње температуре израчунат је коефицијент детерминације 0,6234 за дубине до 30 cm и 0,6800 за дубине до 100 cm (Слике 110 и 113). Са Слике 110 можемо видети да је зависност између променљивих нелинеарна, негативна, при чему се може закључити да садржај органског угљеника у земљишту веома варира при истим вредностима температуре. За зависност приказану на Слици 113 може се рећи да након пада садржаја органског угљеника у земљишту до температуре од око 9 °C, даља зависност при вишим температурама се не уочава.

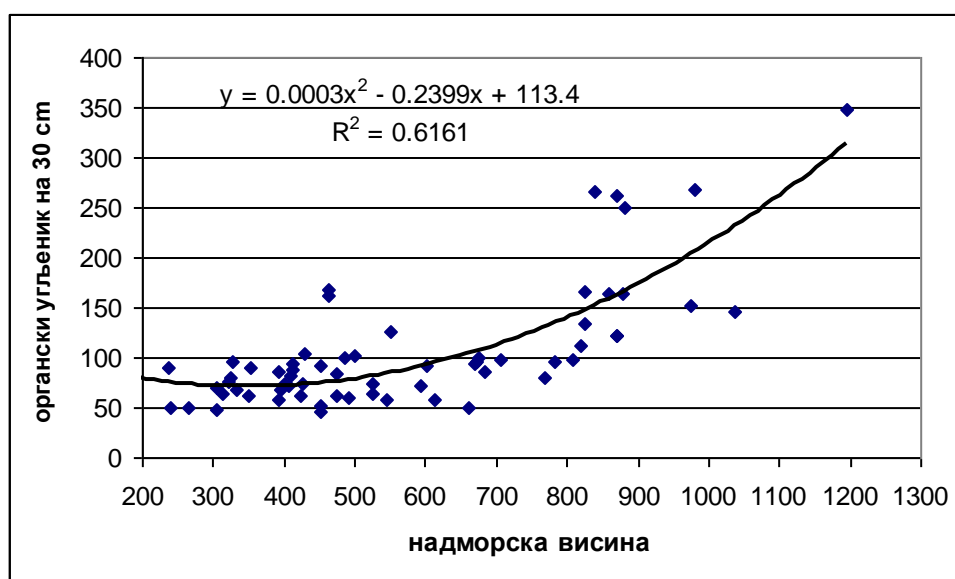
Утврђивањем статистичке повезаности садржаја органског угљеника у земљишту и надморске висине израчунат је коефицијент детерминације 0,6161 за дубине до 30 cm и 0,6291 за дубине до 100 cm (Слике 111 и 114). Са Слике 111 можемо видети да је зависност између променљивих нелинеарна, позитивна. С обзиром да је садржај органског угљеника у земљишту релативно константан на нижим надморским висинама до 700 m, док је на надморској висини од око 900-1000 m велика разлика у садржају органског угљеника од локалитета до локалитета, може се закључити да садржај органског угљеника у земљишту не зависи у значајној мери од надморске висине на овом подручју, што се објашњава утицајем других фактора. За зависност приказану на Слици 114 се може рећи да не постоји.



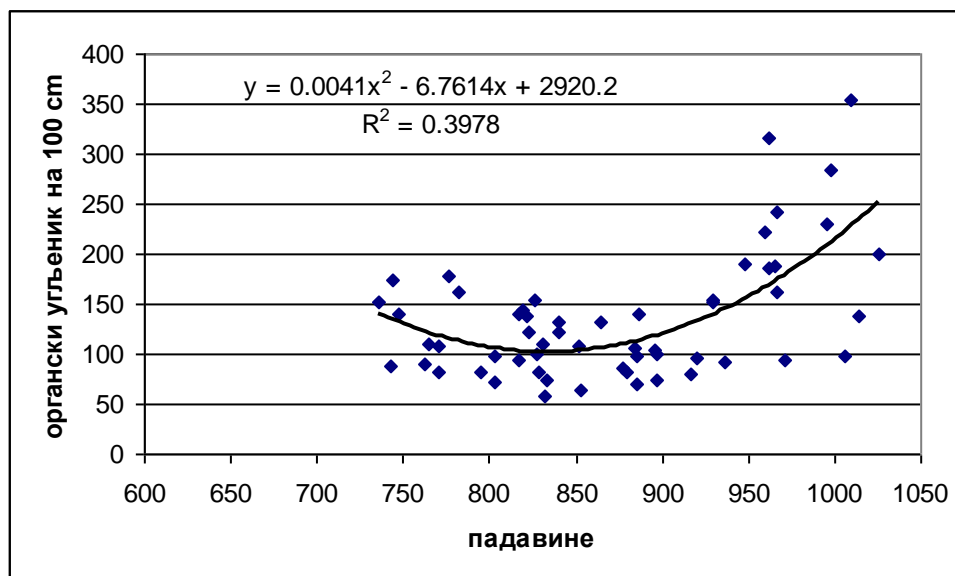
Слика 109. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње количине падавина (mm) до 30 cm дубине за подручје централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч)



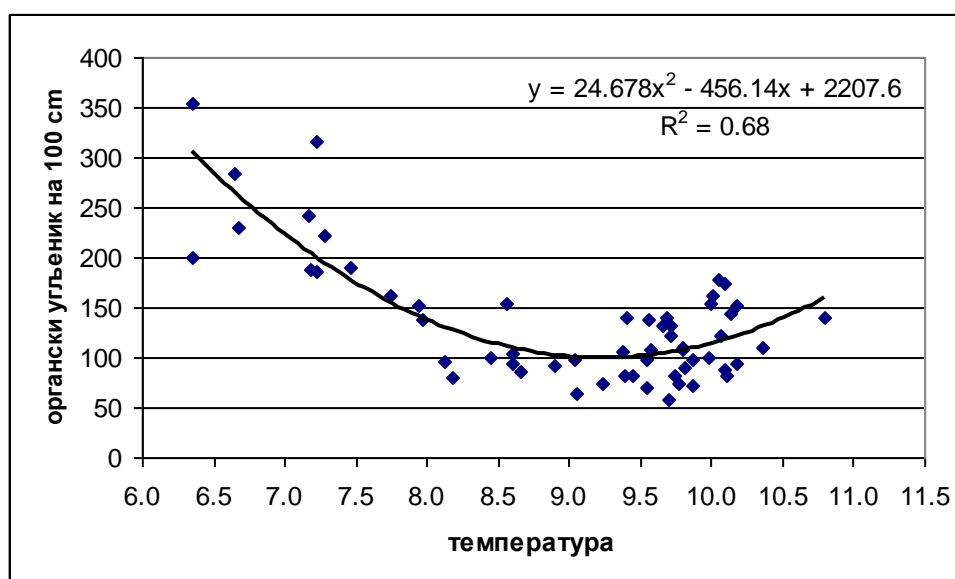
Слика 110. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње температуре (°C) до 30 см дубине за подручје централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч)



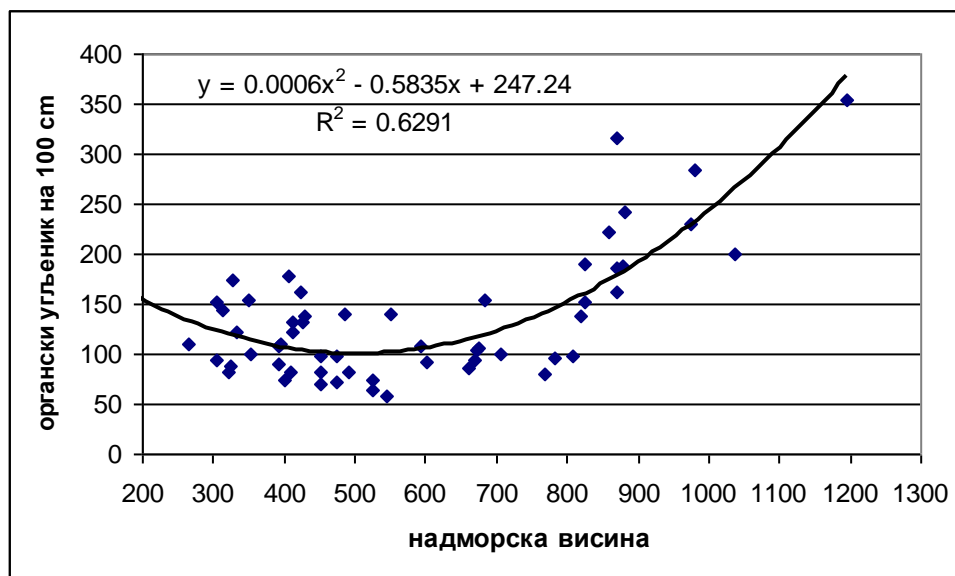
Слика 111. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и надморске висине (m) до 30 см дубине за подручје централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч)



Слика 112. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње количине падавине (mm) до 100 см дубине за подручје централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч)



Слика 113. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и средње годишње температуре (°C) до 100 см дубине за подручје централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч)



Слика 114. Статистичка зависност вредности садржаја органског угљеника у земљишту (t/ha) и надморске висине (m) до 100 cm за подручје централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч)

Упоредјујући зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине по подручјима, може се закључити да је зависност од средње годишње количине падавина на дубини до 30 cm најизраженија на подручју Шумадије, које обухвата делове територије града Београда и Крагујевца. Посматрајући исту зависност на дубини до 100 cm може се закључити да подручје јужне Србије има највећи степеи зависности, који је упоредив са подручјем Шумадије. Зависност од средње годишње температуре на дубини до 30 cm најизраженија је на подручју Шумадије. Иста зависност на дубини до 100 cm најизраженија је на подручју централне Србије, Крагујевац запад и Гоч, у јужној Србији, Лесковац, затим у Шумадији. Зависност од надморске висине на дубини до 30 cm једнако је присутна на подручју Шумадије и јужне Србије, Лесковац, нешто мање у централној Србији, Крагујевац запад и Гоч. Иста зависност на дубини до 100 cm најизраженија је на подручју Шумадије и у централној Србији, Крагујевац запад и Гоч.

Сумирајући запажања може се закључити да је највећа зависност од свих променљивих на подручју Шумадије које обухвата делове територије града Београда и Крагујевца. То нас наводи на закључак да је ово подручје погодно за даља истраживања зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине. Најмања зависност од свих променљивих уочена је на подручју Западне, а затим југоисточне Србије. Даља истраживања треба да покажу распоред типова земљишта на овим подручјима и начин коришћења земљишта на изабраним локалитетима, да би се добила детаљнија објашњења (Табела 24).

Табела 24. Једначине корелационе анализе и коефицијенти детерминације за дефинисана подручја

Утврђена зависност садржаја органског угљеника у земљишту од:	Дубина (cm)	ПОДРУЧЈЕ				
		Шумадија - Београд и Крагујевац	Западна Србија	Југоисточна Србија	Јужна Србија - Лесковац	Централна Србија - Крагујевац, запад и Гоч
Средње годишње количине падавина	30	$y = 0,0041x^2 - 5,9319x + 2.177,2$ $R^2 = 0,7941$	$y = 0,0005x^2 - 0,8361x + 375,66$ $R^2 = 0,5718$	$y = 0,427x - 216,79$ $R^2 = 0,6157$	$y = 0,0069x^2 - 9,7365x + 3.458,3$ $R^2 = 0,6143$	$y = 0,0014x^2 - 2,0338x + 771,35$ $R^2 = 0,4339$
	100	$y = 0,0064x^2 - 9,5386x + 3.620,8$ $R^2 = 0,6506$	$y = 0,0006x^2 - 1,0268x + 532,75$ $R^2 = 0,284$	$y = 0,348x - 128,16$ $R^2 = 0,3842$	$y = 0,0099x^2 - 14,65x + 5.490,2$ $R^2 = 0,6811$	$y = 0,0041x^2 - 6,7614x + 2.920,2$ $R^2 = 0,3978$
Средње годишње температуре	30	$y = 103,85x^2 - 2.218x + 11.903$ $R^2 = 0,719$	$y = -31,854x + 400,79$ $R^2 = 0,4135$	$y = -23,701x + 296,36$ $R^2 = 0,4706$	$y = 19,465x^2 - 422,3x + 2.332,2$ $R^2 = 0,6203$	$y = 11,624x^2 - 239,15x + 1.301,5$ $R^2 = 0,6234$
	100	$y = 192,86x^2 - 4.026,5x + 21.107$ $R^2 = 0,6028$	$y = -178,86\ln(x) + 514,9$ $R^2 = 0,1403$	$y = -18,213x + 281,69$ $R^2 = 0,2628$	$y = 28,846x^2 - 579,86x + 2.989,2$ $R^2 = 0,6676$	$y = 24,678x^2 - 456,14x + 2.207,6$ $R^2 = 0,68$
Надморске висине	30	$y = 0,0009x^2 - 0,385x + 101,5$ $R^2 = 0,7301$	$y = 0,0972x + 39,043$ $R^2 = 0,4484$	$y = 0,0001x^2 - 0,0399x + 65,665$ $R^2 = 0,5221$	$y = 20,414e^{0,0024x}$ $R^2 = 0,7306$	$y = 0,0003x^2 - 0,2399x + 113,4$ $R^2 = 0,6161$
	100	$y = 0,0015x^2 - 0,9193x + 230,22$ $R^2 = 0,6195$	$y = 6E-05x^2 - 0,0066x + 90,582$ $R^2 = 0,1505$	$y = 0,1092x + 51,794$ $R^2 = 0,2927$	$y = 0,0004x^2 - 0,2286x + 119,08$ $R^2 = 0,5269$	$y = 0,0006x^2 - 0,5835x + 247,24$ $R^2 = 0,6291$

6.5 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ У ЗАВИСНОСТИ ОД МОРФОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА РЕЉЕФА

Као резултат дејства геоморфолошких процеса настају различити облици рељефа (Марковић и сар., 2003). Под квантитативном геоморфолошком анализом подразумева се исказивање морфолошких процеса, облика и рељефа помоћу бројчаних параметара, при чему је важно нагласити да је њихов број практично неограничен (Марковић, 1983). Резултати квантитативних анализа рељефа могу бити презентовани у виду великог броја геоморфолошких карата, при чему је за потребе овог истраживања коришћена хипсометријска карта Републике Србије. Хипсометријска карта рељефа Републике Србије представља основу свих геоморфолошких истраживања и даје представу о карактеристикама терена који анализирамо (Манојловић и сар., 2004).

Коришћењем хипсометријске карте долазимо до сазнања да ли се ради о равничарском, брдско-планинском или планинском терену и у зависности од висине терена намећу се и могућности његовог планирања и правилног коришћења.

Анализом хипсометријске карте рељефа Републике Србије утврђено је да се 35,5 % (31.370 km²) територије налази на надморској висини нижој од 200 m. До 1.000 m надморске висине налази се 88,3 % територије Републике Србије (77.990 km²), од 1.000 до 2.000 m налази се 11,5 % (10.147 km²), а преко 2.000 m налази се 0,2 % рељефа (225 km²) (Манојловић и сар., 2004) (Табела 25).

Табела 25. Основни хипсометријски подаци рељефа Републике Србије (Манојловић и сар., 2004)

Надморска висина (m)	Површина (km ²)	Удео у укупној површини (%)
0-200	31.370	35,5
200-400	15.113	17,1
400-600	13.471	15,2
600-800	10.874	12,3
800-1.000	7.162	8,1
1.000-1.200	5.025	5,7
1.200-1.400	2.970	3,4
1.400-1.600	1.228	1,4
1.600-1.800	603	0,7
1.800-2.000	321	0,4
> 2.000	225	0,3
Укупно	88.362	100

Пратећи поделу у геоморфологији (Сретеновић и Шобић, 1974) која обухвата низије са надморским висинама од 0-200 m, брежуљкасто-брдске терене са надморским висинама од 200-500 m, ниске планине са надморским висинама од 500-1.000 m, средње планине са надморским висинама од 1.000-2.000 m и високе планине са надморским висинама >2.000 m, извршена је расподела удела локалитета на којима је вршен прорачун садржаја резерве органског угљеника. Укупни број обрађених локалитета за потребу прорачуна садржаја резерве органског угљеника у земљишту у односу на надморску висину је 1.140 за прорачун резерве органског угљеника у t/ha и 1.363 за прорачун резерве органског угљеника у %.

Удео локалитета који имају надморску висину до 200 m је 51,3 % за утврђивање резерве органског угљеника у земљишту у t/ha и 59,2 % за утврђивање резерве органског угљеника у земљишту у %. Удео локалитета који обухватају брежуљкасто-брдске терене са надморским висинама од 200-500 m је 20,8 % за утврђивање резерве органског угљеника у земљишту у t/ha и 17,5 % за утврђивање резерве органског угљеника у земљишту у %. Удео локалитета који обухватају терене са надморским висинама од 500-1.000 m је 22,3 % за утврђивање резерве органског угљеника у земљишту у t/ha и 18,6 % за утврђивање резерве органског угљеника у земљишту у %. Удео локалитета који обухватају терене са надморским висинама од 1.000-2.000 m је 5,6 % за утврђивање резерве органског угљеника у земљишту у t/ha и 4,7 % за утврђивање резерве органског угљеника у земљишту у % (Табела 26).

Табела 26. Садржај резерве органског угљеника у земљишту у зависности од геоморфологије терена

Надморска висина (m)	Анализирани параметар	Дубина			
		до 30 cm (OC_t/ha)	до 100 cm (OC_t/ha)	до 30 cm (OC_%)	до 100 cm (OC_%)
0-200	Број локалитета (n)	585	585	807	807
	Min OC (t/ha)	3,72	10,06	0,08	0,06
	Аритметичка средина (\bar{x}) (t/ha)	66,26	139,98	1,52	0,95
	Max OC (t/ha)	221,33	436,43	21,72	8,55
	Стандардна девијација (σ) (t/ha)	26,94	62,26	1,05	0,57
	Коефицијент варијације (V) (%)	40,66	44,48	69,08	60,00
200-500	Број локалитета (n)	237	237	238	238
	Min OC (t/ha)	14,78	18,25	0,34	0,13
	Аритметичка средина (\bar{x}) (t/ha)	76,15	112,85	1,87	0,83
	Max OC (t/ha)	291,71	425,53	7,99	2,82
	Стандардна девијација (σ) (t/ha)	36,36	57,62	0,94	0,42
	Коефицијент варијације (V) (%)	47,75	51,06	50,28	50,60
500-1.000	Број локалитета (n)	254	254	254	254
	Min OC (t/ha)	20,44	24,99	0,51	0,18
	Аритметичка средина (\bar{x})	138,03	175,78	3,56	1,36

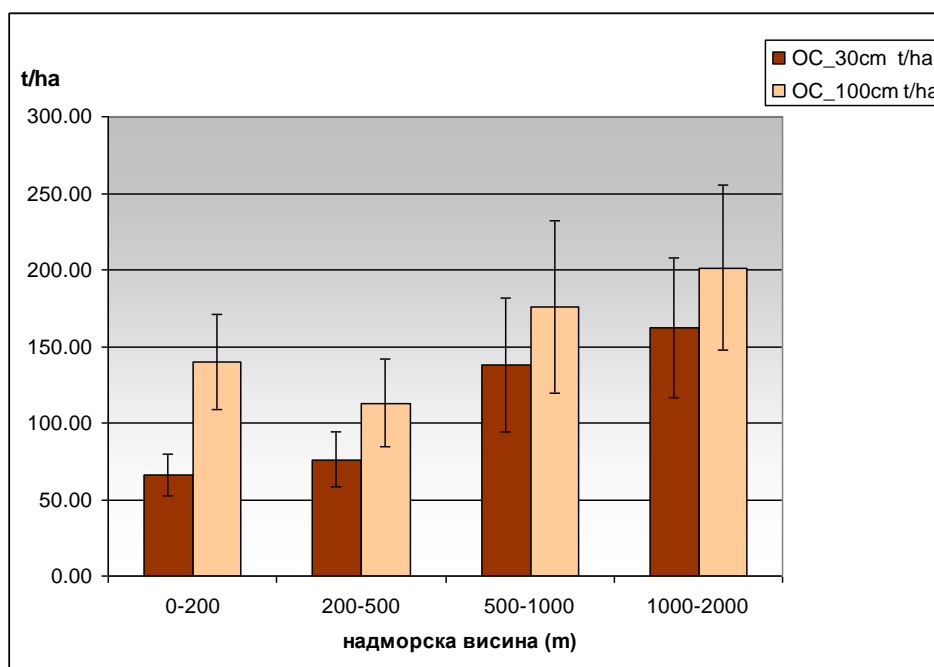
	(t/ha)				
	Мах ОС t/ha	527,22	658,40	12,99	5,35
	Стандардна девијација (σ) (t/ha)	87,98	113,11	2,42	0,94
	Коефицијент варијације (V) (%)	63,74	64,35	61,80	69,12
1.000-2.000	Број локалитета (n)	64	64	64	64
	Min ОС (t/ha)	11,06	11,06	0,25	0,08
	Аритметичка средина (\bar{x}) (t/ha)	161,98	201,02	3,84	1,43
	Мах ОС (t/ha)	408,49	618,11	9,35	4,10
	Стандардна девијација (σ) (t/ha)	91,89	107,77	2,17	0,74
	Коефицијент варијације (V) (%)	56,73	53,61	56,51	51,75

Резултати анализа показују да се садржај резерве органског угљеника у земљишту (t/ha) у низијама до 200 m надморске висине, рачунат до 30 cm дубине, кретао у вредностима од 3,72 t/ha до 221,33 t/ha, односно од 0,08 % до 21,72 %, средња вредност је 66,26 t/ha, односно 1,52 % и припада класи ниског садржаја (1,01-2,0 %), при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту 26,94 t/ha, односно 0,57 % и коефицијент варијације 40,66 % за ОС у t/ha, односно 69,08 % за ОС у %. Садржај органског угљеника у земљишту (t/ha) до 100 cm дубине кретао се у вредностима од 10,06 t/ha до 436,43 t/ha, односно од 0,06 % до 8,55 %, средња вредност је 139,98 t/ha, односно 0,95 %, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 62,26 t/ha, односно 0,57 % и коефицијент варијације 44,48 % за ОС у t/ha, односно 60,00 % за ОС у %.

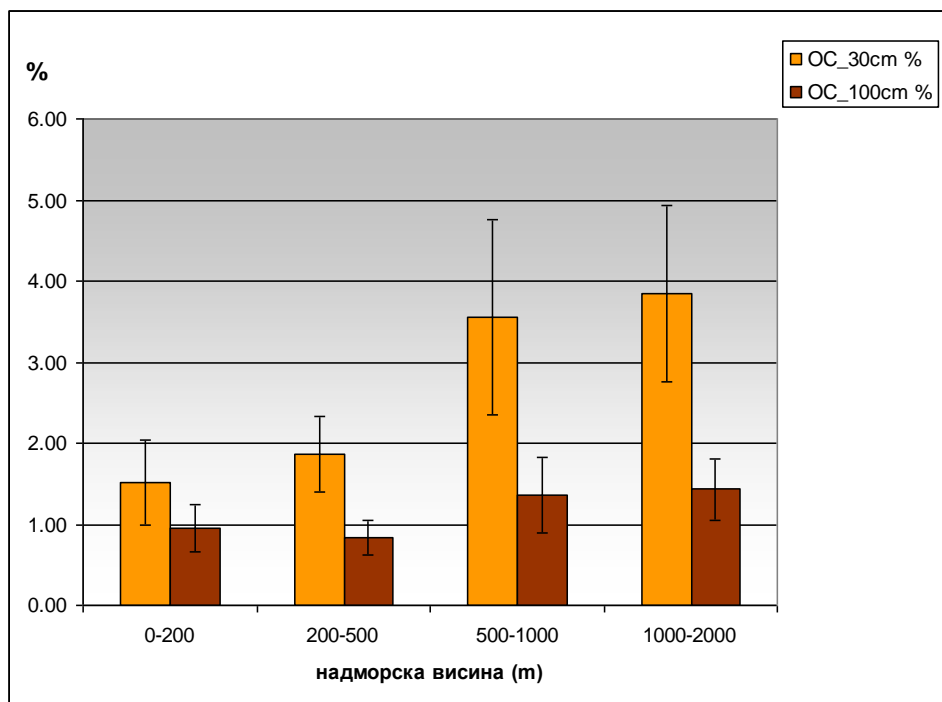
Анализа садржаја резерве органског угљеника у земљишту (t/ha) на брежуљкасто-брдском терену од 200-500 m надморске висине, рачунат до 30 cm дубине, кретао се у вредностима од 14,78 t/ha до 291,71 t/ha, односно од 0,34 % до 7,99 %, средња вредност је 76,15 t/ha, односно 1,87 % и

припада класи ниског садржаја (1,01-2,0 %), при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 36,36 t/ha, односно 0,94 % и коефицијент варијације 47,75 % за ОС у t/ha и 50,28 % за ОС у %. Садржај резерве органског угљеника у земљишту (t/ha) до 100 cm дубине кретао се у вредностима од 18,25 t/ha до 425,53 t/ha, односно 0,13 % до 2,82 %, средња вредност је 112,85 t/ha, односно 0,83 %, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 57,62 t/ha, односно 0,42 % и коефицијент варијације 51,06 % за ОС у t/ha и 50,60 % за ОС у % .

Анализа садржаја резерве органског угљеника у земљишту (t/ha) на терену који обухвата ниске планине од 500-1.000 m надморске висине, до 30 cm дубине, кретао се у вредностима од 20,44 t/ha до 527,22 t/ha, односно од 0,51 % до 12,99 %, средња вредност је 138,03 t/ha, односно 3,56 % и припада класи средњег садржаја (2,01-6,0 %), при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 87,98 t/ha, односно 2,42 % и коефицијент варијације 63,74 % за ОС у t/ha и 61,80 % за ОС у %. Садржај органског угљеника у земљишту (t/ha) до 100 cm дубине кретао се у вредностима од 24,99 t/ha до 658,40 t/ha, односно 0,18 % до 5,35 %, средња вредност је 175,78 t/ha, односно 1,36 %, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 113,11 t/ha, односно 0,94 % и коефицијент варијације 64,35 % за ОС у t/ha и 69,12 % за ОС у % (Слика 115 и 116).



Слика 115. Садржај органског угљеника у земљишту на дубини до 30 cm и 100 cm у односу на надморску висину у t/ha



Слика 116. Садржај органског угљеника у земљишту на дубини до 30 cm и 100 cm у односу на надморску висину у %

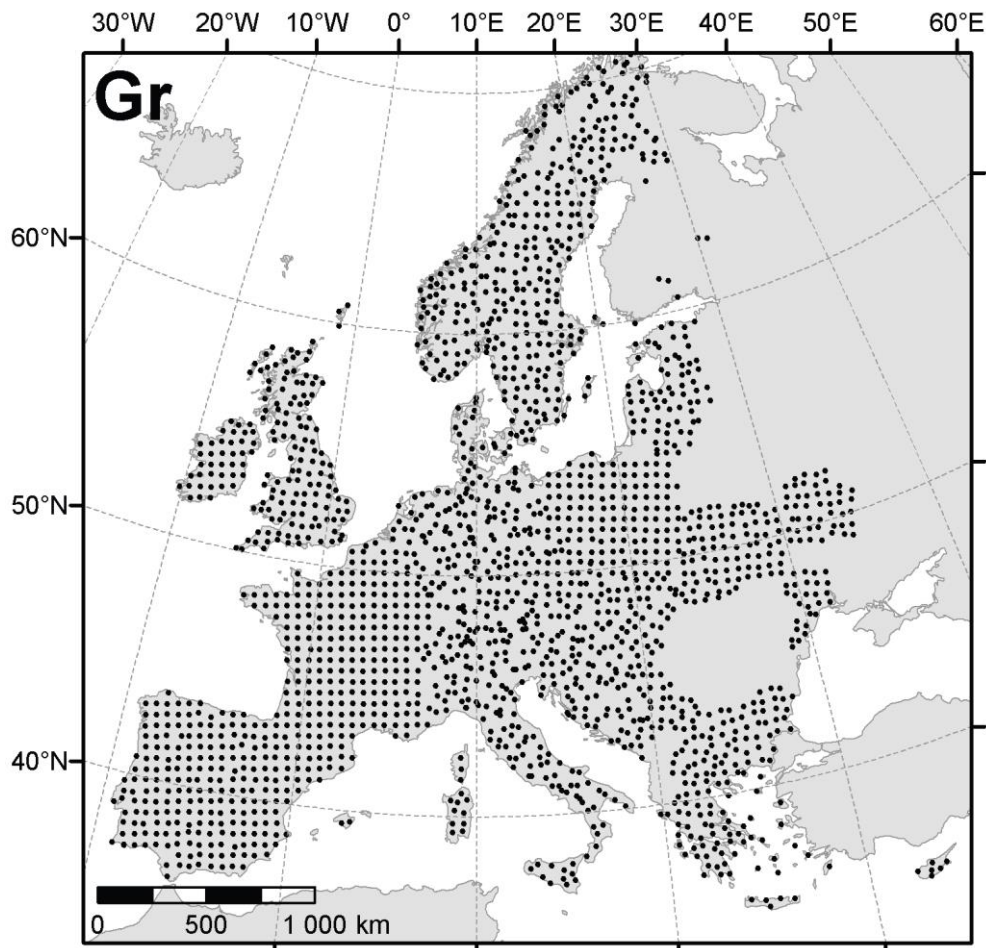
Анализа садржаја резерве органског угљеника у земљишту (t/ha) на терену који обухвата средње планине од 1.000-2.000 m надморске висине, до 30 cm дубине, кретао се у вредностима од 11,06 t/ha до 408,49 t/ha, односно од 0,25 % до 9,35 %, средња вредност је 161,98 t/ha, односно 3,84 % и припада класи средњег садржаја (2,01-6,0 %), при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 91,89 t/ha, односно 2,17 % и коефицијент варијације 56,73 % за ОС у t/ha и 56,51 % за ОС у %. Садржај органског угљеника у земљишту (t/ha) до 100 cm дубине кретао се у вредностима од 11,06 t/ha до 618,11 t/ha, односно 0,08 % до 4,10 %, средња вредност 201,02 t/ha, односно 1,43 %, при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника 107,77 t/ha, односно 0,74 % и коефицијент варијације 53,61 % за ОС у /ha и 51,75 % за ОС у %.

6.6 УТВРЂИВАЊЕ САДРЖАЈА УКУПНОГ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА НА ОРАНИЦАМА И ПАШЊАЦИМА

Да би се препознале и разумеле промене у природним системима неопходно је документовати и мапирати природне нивое хемијских елемената у њима. Искуство при прикупљању и анализи података најчешће показује да сет података на нивоу земље није компатибилан и упоредив изван граница земље. Слаба упоредивост резултата између различитих лабораторија или аналитичких техника је један од највећих нерешивих проблема у регионалној геохемији. Из тог разлога, утврђивање садржаја укупног органског угљеника на ораницама и пашњацима у оквиру овог

истраживања имало је циљ упоредног приказа садржаја укупног органског угљеника у земљишту Европе и Републике Србије.

На Слици 117 приказане су локације узорковања ораница у оквиру GEMAS пројекта у Европи.



Слика 117. Локације узорковања обрадивог земљишта (Ar)

6.6.1 Резултати испитивања садржаја укупног органског угљеника на ораницама и пашињацима у Европи

Резултати ANOVA анализе показују укупну варијабилност услед "природне" (геохемијске варијансе), "узорковања" (узорковање или варијанса на самом месту узорковања "at site") и "анализа" (анализичка грешка). ANOVA анализа је финални корак контроле квалитета за програм регионалног геохемијског мапирања.

У Табели 27 су приказани резултати ANOVA анализе за GEMAS узорке (Ar и Gr) на подручју Европе и дистрибуција између "геохемијске (природне)", "узорковање (локалитет)" и "аналитичке" варијабилности. За све узорке дата је медијана. Резултат показује да је вредност садржаја укупног

органског угљеника у земљишту (ТОС) 1,75 % у обрадивом земљишту (оранице) и 2,7 % за пашњаке. Као закључак потврђена је претпоставка већег садржаја укупног органског угљеника у пашњацима него на обрадивом земљишту.

Табела 27. ANOVA анализа за укупни органски угљеник у оквиру испитивања ораница и пашњака на подручју Европе

Параметар	Обрадиво земљиште 0-20 cm (Ap)			Пашњаци 0-10 cm (Gr)				
	МЕДИЈАНА	ВАРИЈАНСА (%)		МЕДИЈАНА	ВАРИЈАНСА (%)			
ТОС	1,75 %	Природна 93,5	На локалитету 0	Аналитичка 6,5	2,7 %	Природна 97,2	На локалитету 0	Аналитичка 2,8

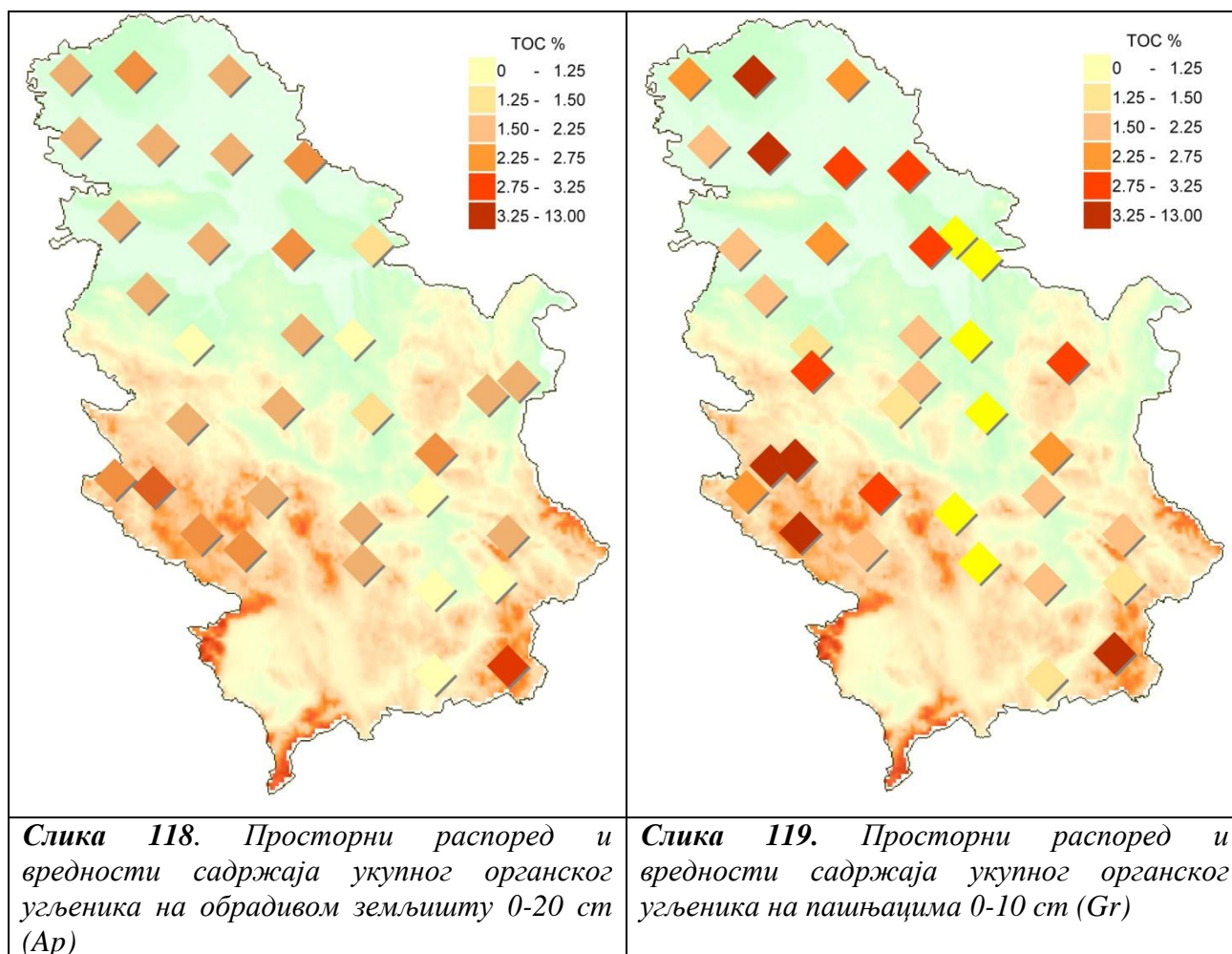
6.6.2 Резултати испитивања садржаја укупног органског угљеника на ораницама и пашњацима у Републици Србији

Земљиште је по описаној методологији узорковано на 68 локалитета без територије АП Косово и Метохија (по 34 на ораницама и на пашњацима, укључујући по један узорак узет као дупликат), у мрежи 50x50 km² при чему један локалитет репрезентује 2.500 km² (Табела 28).

Табела 28. Анализа садржаја укупног органског угљеника у оквиру испитивања ораница и пашњака на подручју Републике Србије

Анализирани параметар	ТОС (%)	
	Обрадиво земљиште 0-20 cm (Ap)	Пашњаци 0-10 cm (Gr)
Број локалитета (n)	34	34
Min ТОС	0,5	0,71
Аритметичка средина \bar{x}	1,9	2,7
Мах ТОС	5,3	13,0
Стандардна девијација (σ)	0,80597	2,175272
Медијана	1,8	2,2
Коефицијент варијације V	42,42	80,56

Анализа садржаја укупног органског угљеника (%) на обрадивом земљишту и пашњацима (Слике 118 и 119) показује вредности које се крећу од 0,5 % до 5,3 % на обрадивом земљишту и од 0,71 % до 13,0 % на пашњацима, средња вредност је 1,9 % на обрадивом земљишту и 2,7 % на пашњацима при чему је просечно одступање од средње вредности садржаја укупног органског угљеника 0,80597 % на ораницама и 2,175272 % на пашњацима. Коефицијент варијације је 42,42 % за обрадиво земљиште и 80,56 % за пашњаке. Као статистички параметар, а за потребу поређења резултата са вредностима за цело подручје Европе, урађена је медијана. На обрадивом земљишту медијана има вредност 1,8 %, док је вредност медијане на пашњацима 2,2 %.



Анализа резултата добијених у току испитивања показује квалитетне и упоредиве податке о пољопривредном земљишту, на ораницама и пашњацима на основу којих се могу анализирати подаци на европском нивоу.

6.7 ВИШЕСТРУКА РЕГРЕСИОНА И КОРЕЛАЦИОНА АНАЛИЗА

Резултати дескриптивне статистике садржаја органског угљеника у земљишту оквиру различитих начина коришћења земљишта и WRB група мереног на дубини до 30 cm и 100 cm приказан је у Табели 29.

Најмањи варијабилитет посматраног обележја, на обе испитиване дубине земљишта, констатован је на пољопривредном земљишту групе Cambisol (28,75 % односно 39,30 %), док је на пољопривредном земљишту, у оквиру групе Leptosol измерен највећи варијабилитет (64,24 % односно 86,67 %). Са порастом дубине на пољопривредном земљишту расте дисперзија садржаја органског угљеника у земљишту. Код шумског земљишта, у оквиру обе групе, варијабилитет садржаја органског угљеника је приближно константан.

Генерално, може се рећи да је варијабилитет садржаја органског угљеника у земљишту доста изражен ($C_v > 30\%$) што указује да на концентрацију посматраног елемента јако утичу спољашни фактори.

Табела 29. Дескриптивна статистика садржаја органског угљеника у земљишту на дубини до 30 cm и 100 cm у оквиру различитих WRB група и начина коришћења земљишта (t/ha)

Начин коришћења земљишта	WRB група	Број локалитета (n)	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Xmax-Xmin	Cv (%)
			Дубина 30 cm		
Пољопривредно	Cambisol	90	63,49 ± 1,94	134,68 - 20,44	28,75
	Leptosol	35	117,26 ± 12,73	328,23 - 18,25	64,24
Шумско	Cambisol	64	124,99 ± 9,18	347,62 - 40,50	58,27
	Leptosol	71	184,75 ± 12,75	471,70 - 32,48	58,05
Дубина 100 cm					
Пољопривредно	Cambisol	90	102,72 ± 4,26	250,72 - 25,74	39,30
	Leptosol	35	162,10 ± 23,74	658,40 - 18,25	86,67
Шумско	Cambisol	64	154,73 ± 10,05	398,43 - 59,96	51,55
	Leptosol	71	217,43 ± 16,41	646,98 - 32,48	63,60

Такође се запажа да је већи садржај органског угљеника у оквиру референтне групе Leptosol у односу на референтну групу Cambisol, као и код шумског земљишта у односу на пољопривредно земљиште.

Измерене разлике у садржају органског угљеника у земљишту у оквиру различитих референтних група земљишта и различитих начина коришћења на дубини до 30 cm и 100 cm су статистички тестиране (Табела 30). Дакле, анализиран је истовремени утицај сва три фактора

(референтна група земљишта, начин коришћења и дубина земљишта) на варијабилитет органског угљеника. Тест анализе варијансе указује да фактори појединачно имају статистички веома значајан утицај на промену концентрације органског угљеника у земљишту ($p < 0,01$), док њихова интеракција (на оба нивоа) не испољава статистичку значајност ($p > 0,05$).

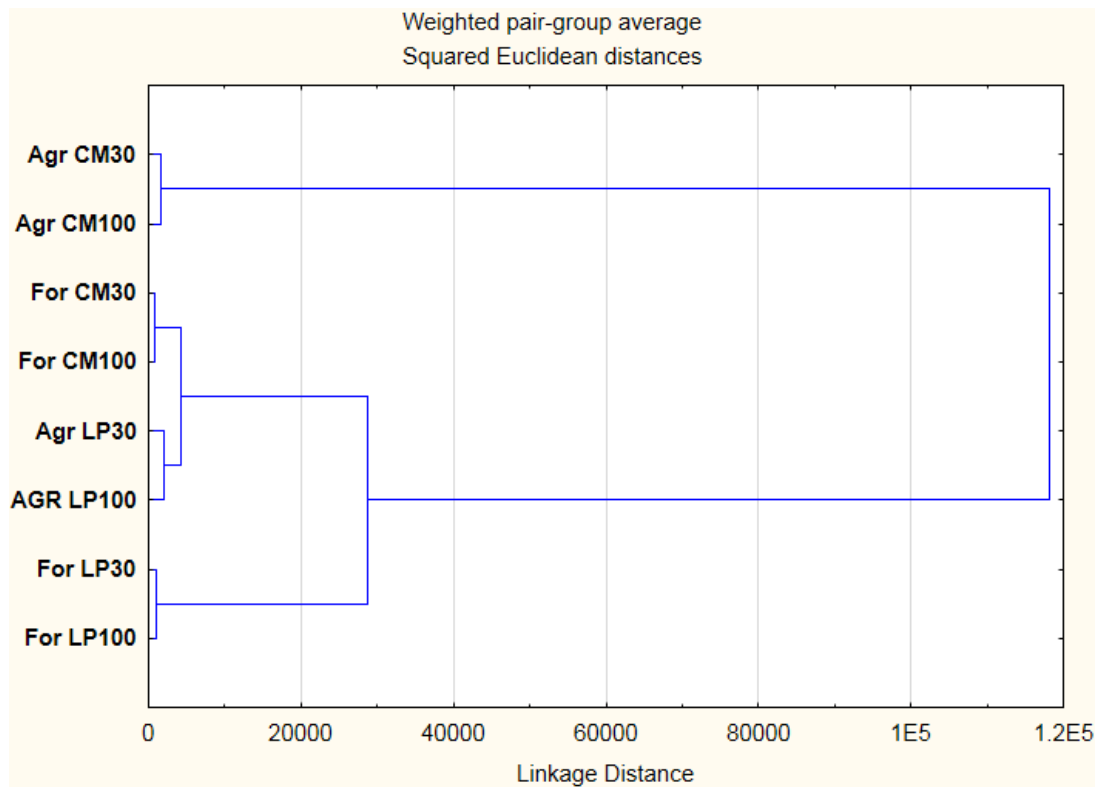
Табела 30. ANOVA анализа испитиваних фактора на варијабилитет органског угљеника у земљишту

Тест	Начин коришћена земљишта (A)	WRB група (B)	Дубина (C)	AxB	AxC	BxC	AxBxC
F	52,212**	51,907**	20,063**	0,081 ^{NS}	0,438 ^{NS}	0,069 ^{NS}	0,007 ^{NS}
p-level	0,000	0,000	0,000	0,776	0,508	0,794	0,935
Partial eta-kvadrat koef.	0,093	0,092	0,038	0,0001	0,0009	0,0001	0,0000

^{NS} >0,05 **<0,01

Поред статистичке значајности измерен је, на основу парцијалних eta-kvadrat коефицијената, и ефекат дејства сваког фактора појединачно. Тако се може закључити да начин коришћења земљишта (пољопривредно или шумско), као и референтна група земљишта (Cambisol и Leptosol) имају готово идентичан ефекат дејства на варијабилитет садржаја органског угљеника у земљишту, тј. тај утицај начина коришћења земљишта износи 9,3 %, а референтна група 9,2 %. Испитивана дубина детерминише промену вредности ОС са 3,8 %.

На основу расположивих података извршена је кластер анализа. Добијена хијерархијска структура приказана је на Слици 120 на којој се јасно издвајају класе начина коришћења земљишта и WRB групе у зависности од дубине земљишта које чине одређене хомогене целине.



Слика 120. Дендрограм испитиваног земљишта централне Србије

На основу сличности испитиваних особина посматраних начина коришћења земљишта и референтне групе уочавају се три групе (кластера), и то:

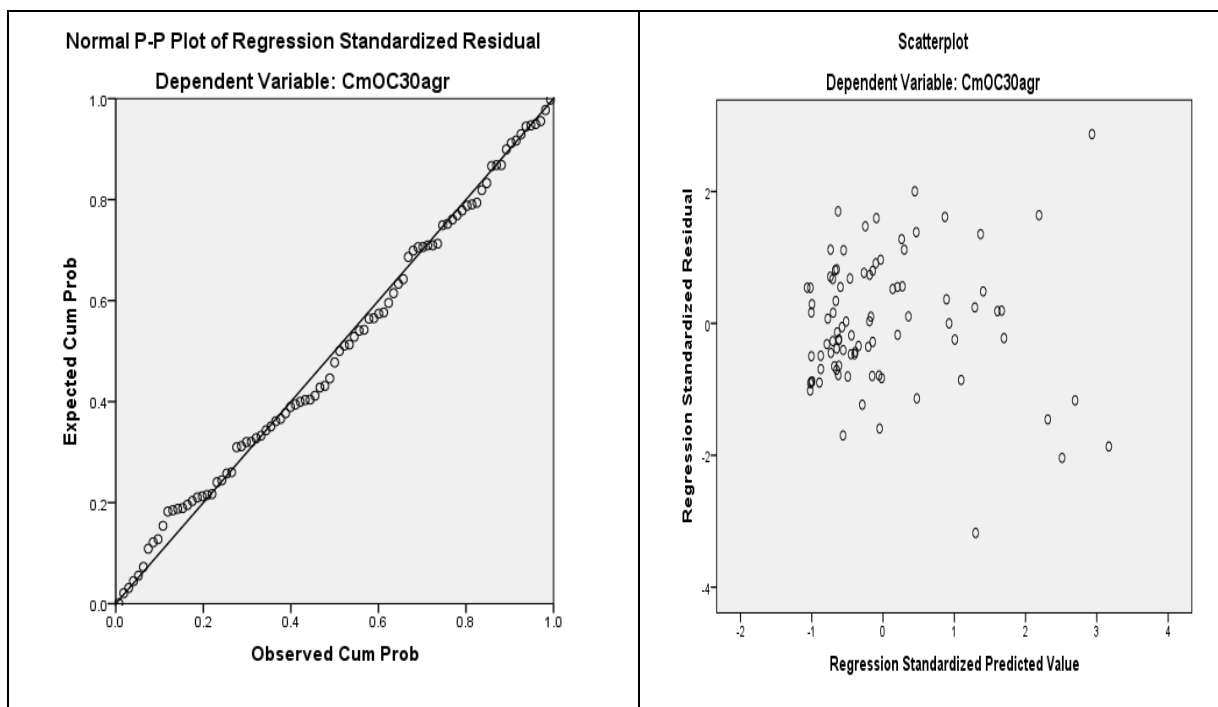
- **први кластер** чини пољопривредно земљиште групе Cambisol на обе дубине,
- **друга група** обухвата шумско земљиште групе Cambisol и пољопривредно земљиште групе Leptosol на обе дубине, и најзад
- **трећи кластер** обухвата шумско земљиште на обе дубине у оквиру групе Leptosol.

У даљој анализи дефинисани су модели вишеструке (multiple) регресије на сваком начину коришћења земљишта и свакој референтној групи. Желимо показати у којој мери испитивани спољашни фактори (надморска висина, средње годишња температура и средње годишња количина падавина) утичу на садржај органског угљеника на пољопривредном и на шумском земљишту и у оквиру референтних група Cambisol и Leptosol.

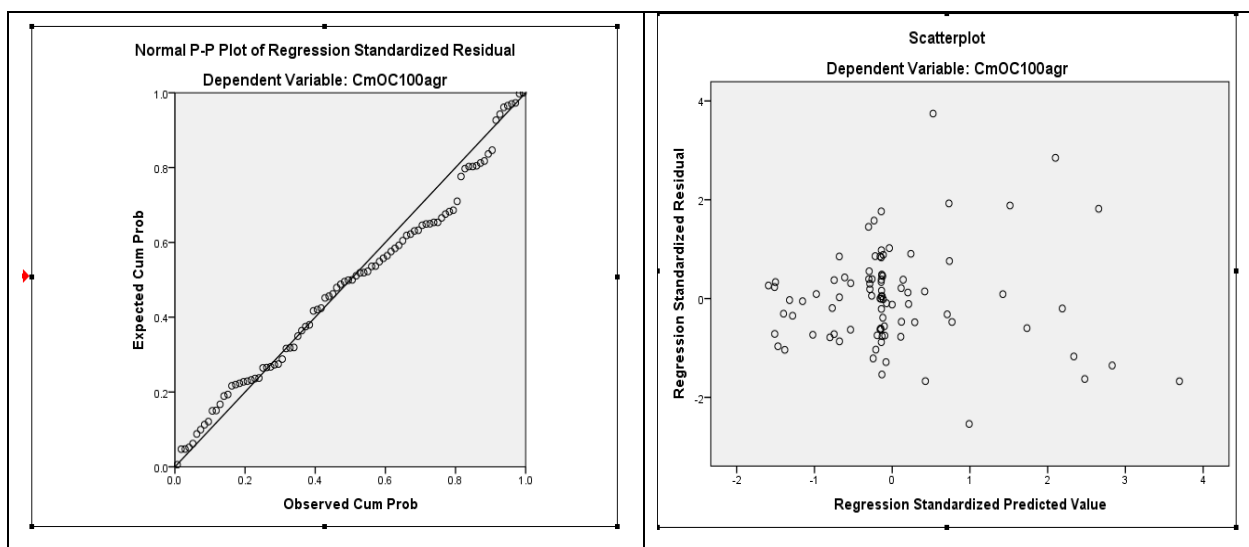
Пре дефинисања линеарног модела проверене су претпоставке за његову примену, и то:

- корелациона матрица израчунавањем Pearsonovih коефицијената корелације,
- испитана мултиколинearност,
- испитана нормалност на основу прегледа дијаграма Normal Probability Plot (P-P) и Scatterplota,
- одстрањене нетипичне тачке (вредности) из узорака, на основу прегледа коефицијената Mahalanobisove удаљености резидуала.

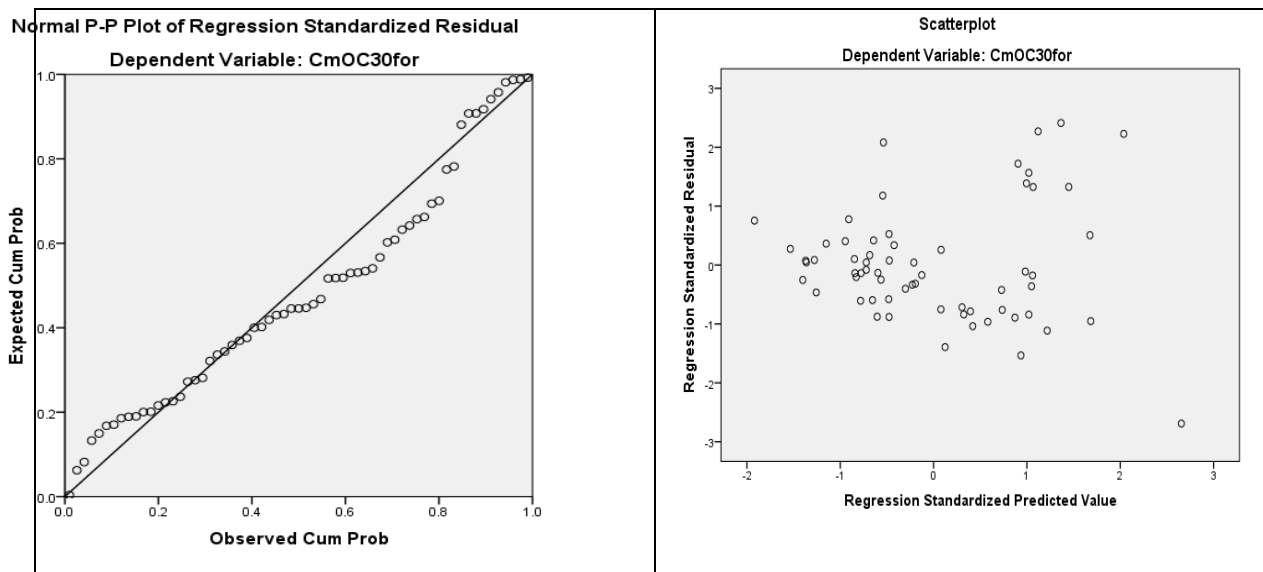
Из свих узорка су најпре искључене нетипичне тачке, и потом испитана испуњеност претпоставке нормалности узорака. Може се рећи да се узорци у највећој мери апроксимативно приближавају нормалном распореду те су даља статистичка анализа и дефинисање линераних регресионих модела оправдани (Слика 121-128).



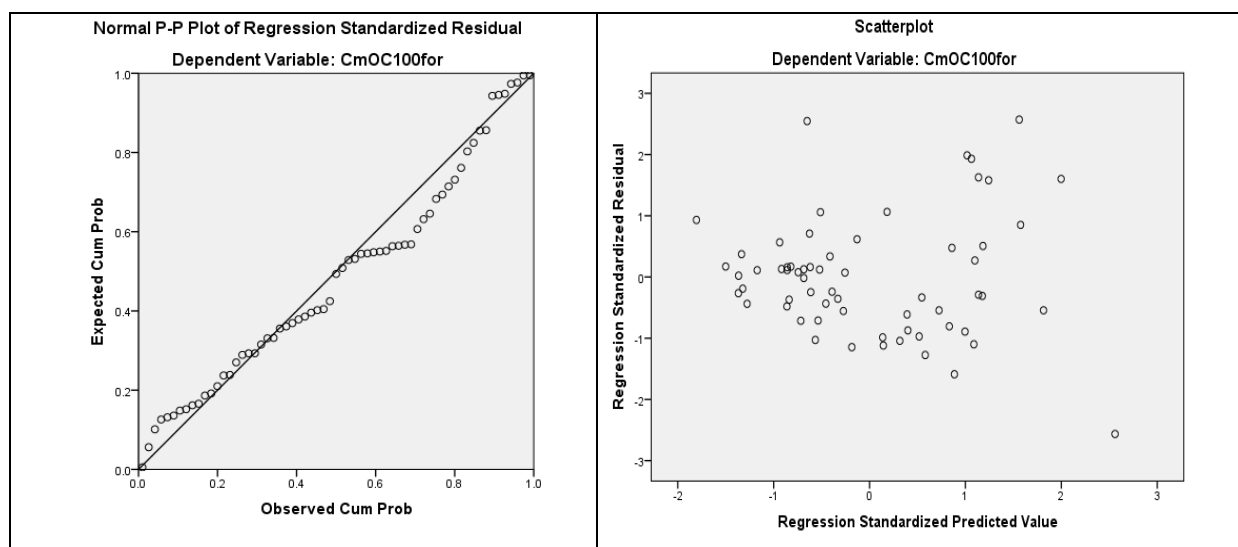
Слика 121. Испитивање нормалности преко P-Plota и Scatterplota за пољопривредно земљиште групе Cambisol на дубини до 30 cm



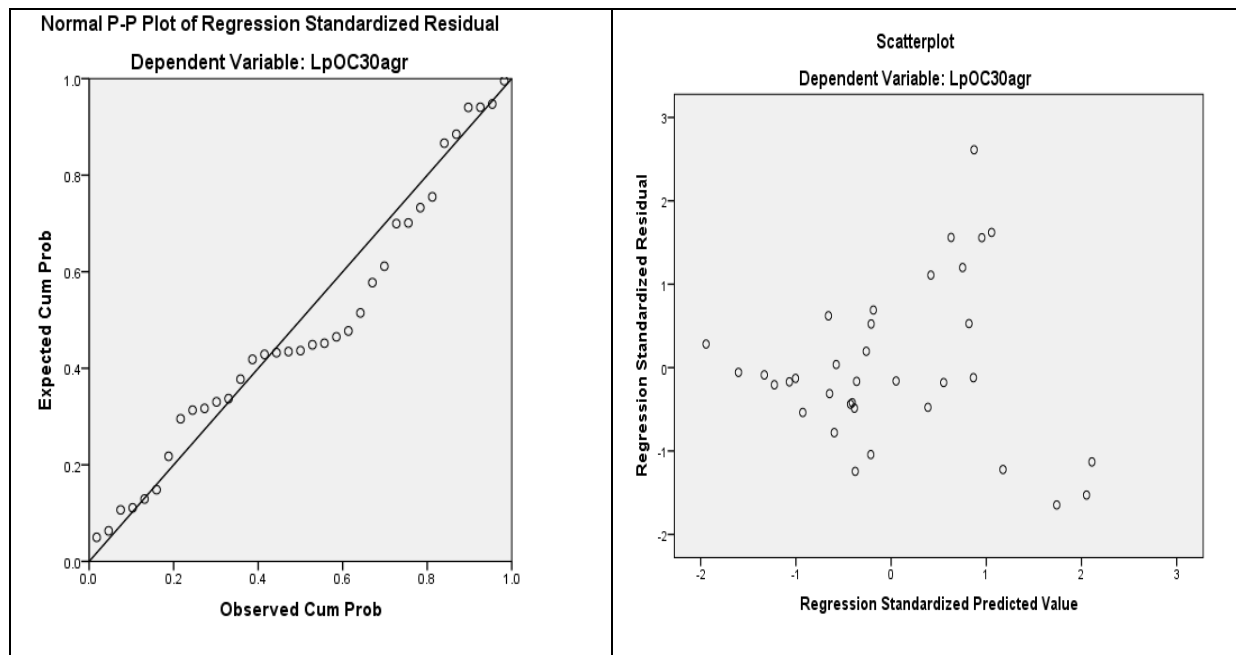
Слика 122. Испитивање нормалности преко P-Plota и Scatterplota за пољопривредно земљиште групе Cambisol на дубини до 100 cm



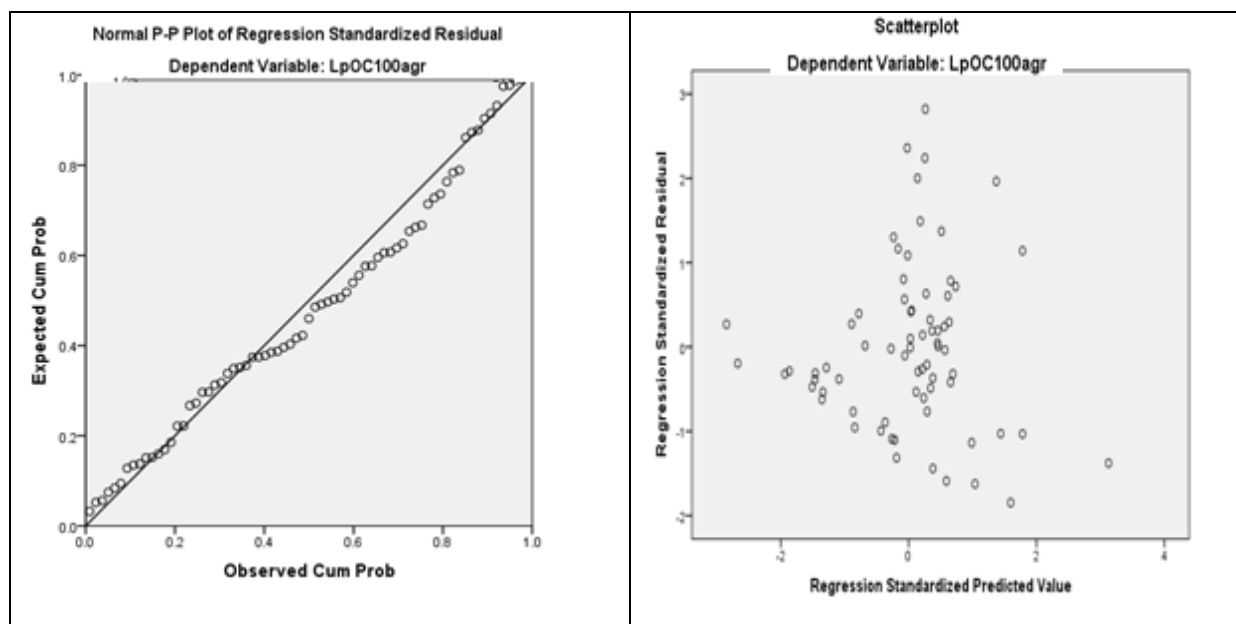
Слика 123. Испитивање нормалности преко P-Plota и Scatterplota за шумско земљиште групе Cambisol на дубини до 30 cm



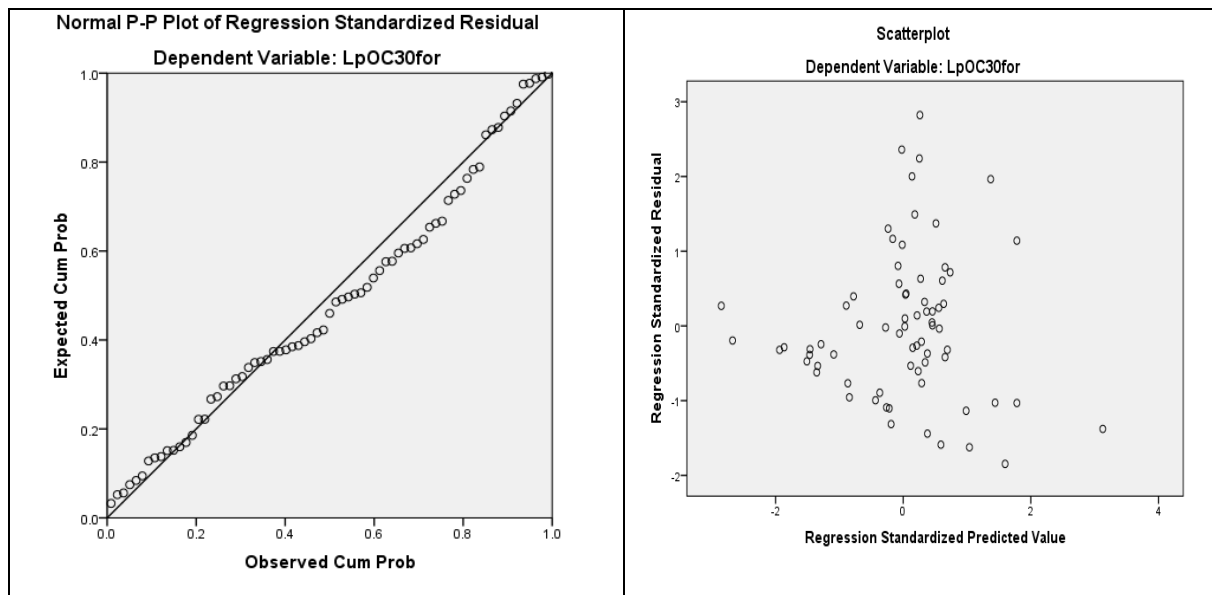
Слика 124. Испитивање нормалности преко P-Plota и Scatterplota за шумско земљиште групе Cambisol на дубини до 100 cm



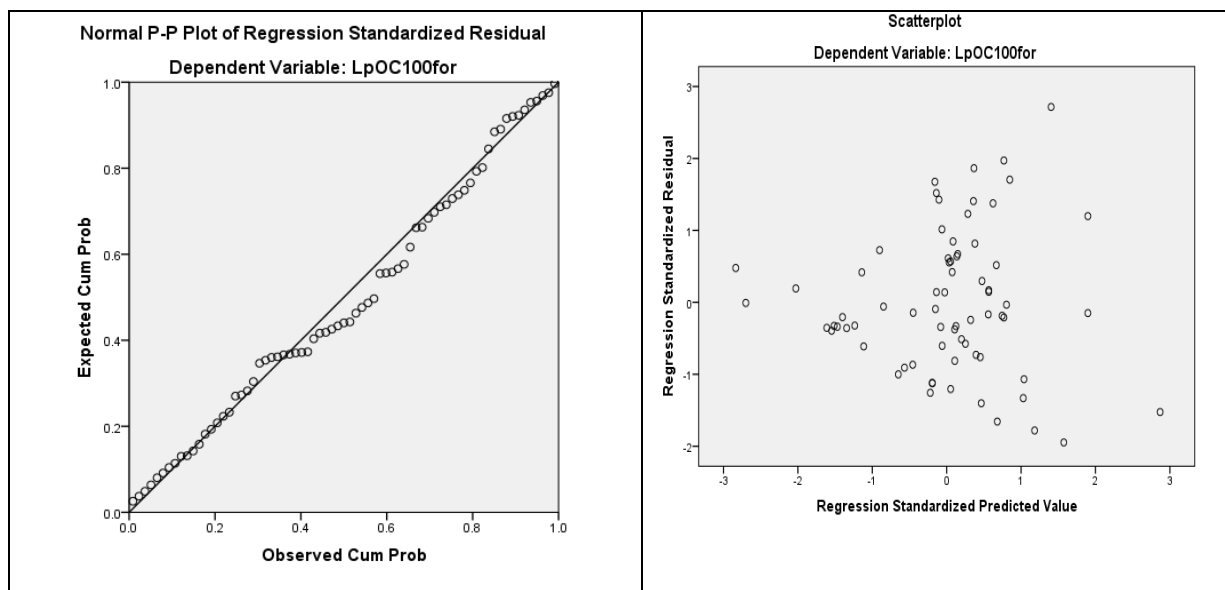
Слика 125. Испитивање нормалности преко P-Plota и Scatterplota за пољопривредно земљиште групе Leptosol на дубини до 30 cm



Слика 126. Испитивање нормалности преко P-Plota и Scatterplota за пољопривредно земљиште групе Leptosol на дубини до 100 cm



Слика 127. Испитивање нормалности преко P-Plota и Scatterplota за шумско земљиште групе Cambisol на дубини до 30 cm



Слика 128. Испитивање нормалности преко P-Plota и Scatterplota за шумско земљиште групе Cambisol на дубини до 100 cm

Код посматраних начина коришћења земљишта и референтних група, на основу израчунате корелационе матрице и показатеља мултиколинеарности, констатована је изражена висина корелације између независних променљивих средње годишње температуре и надморске висине ($r > 0,97$), а тиме и висока мултиколинеарност што доводи до закључка да из регресионог модела треба искључити једну од те две променљиве, јер дефинисан вишеструки линеарни модел са три независне променљиве не осликава верно утицај независних променљивих на варијабилитет садржаја органског угљеника у земљишту. Стога су у даљој анализи за дефинисање линеарног

вишеструког модела укључене само две независне променљиве: средње годишња количина падавина и средње годишња температура, а искључена надморска висина, јер је Pearsonов коефицијент корелације између садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње температуре био нешто већи него органског угљеника у земљишту и надморске висине.

У Табелама 31-38 су приказани Pearson-ови коефицијенти корелације између посматраних променљивих. У другом делу табеле приказани су резултати тестирања мултиколинеарности преко коефицијената нивоа толеранције и фактора пораста варијансе (VIF). Сивом бојом у табелама је назначено где се уочава мултиколинеарност.

Табела 31. Pearson-ови коефицијенти корелације за пољопривредно земљиште групе Cambisol на дубини до 30 cm

	Pearson-ови коефицијенти корелације			Мултиколинеарност	
	ОС	Падавине	Температура	Ниво толеранције	Фактор пораста варијансе (VIF)
Падавине	0,510**	-		0,827	1,209
Температура	-0,471**	-0,316**	-	0,078	12,903
Надморска висина	0,411**	0,380**	-0,959**	0,074	13,569

** $p < 0,01$

Табела 32. Pearson-ови коефицијенти корелације за пољопривредно земљиште групе Cambisol на дубини до 100 cm

	Pearson-ови коефицијенти корелације			Мултиколинеарност	
	ОС	Падавине	Температура	Ниво толеранције	Фактор пораста варијансе (VIF)
Падавине	-0,133	-		0,826	1,211
Температура	-0,347**	-0,307**	-	0,068	14,445
Надморска висина	0,320**	0,372**	-0,963**	0,066	15,180

** $p < 0,01$

Табела 33. Pearson-ови коефицијенти корелације за шумско земљиште групе Cambisol на дубини до 30 cm

	Pearson-ови коефицијенти корелације			Мултиколинеарност	
	ОС	Падавине	Температура	Ниво толеранције	Фактор пораста варијансе (VIF)
Падавине	0,315**	-		0,881	1,136
Температура	-0,600**	-0,306**	-	0,081	12,398
Надморска висина	0,616**	0,339**	-0,959**	0,079	12,698

** $p < 0,01$

Табела 34. Pearson-ови коефицијенти корелације за шумско земљиште групе Cambisol на дубини до 100 cm

	Pearson-ови коефицијенти корелације			Мултиколинеарност	
	ОС	Падавине	Температура	Ниво толеранције	Фактор пораста варијансе (VIF)
Падавине	0,258*	-		0,881	1,136
Температура	-0,560**	-0,306**	-	0,081	12,398
Надморска висина	0,558**	0,339**	-0,959**	0,079	12,698

*p<0,05 **p<0,01

Табела 35. Pearson-ови коефицијенти корелације за пољопривредно земљиште групе Leptosol на дубини до 30 cm

	Pearson-ови коефицијенти корелације			Мултиколинеарност	
	ОС	Падавине	Температура	Ниво толеранције	Фактор пораста варијансе (VIF)
Падавине	0,380*	-		0,523	1,912
Температура	-0,249	-0,270	-	0,113	8,817
Надморска висина	0,404**	0,503**	-0,915**	0,091	10,943

* p <0,05 ** p <0,01

Табела 36. Pearson-ови коефицијенти корелације за пољопривредно земљиште групе Leptosol на дубини до 100 cm

	Pearson-ови коефицијенти корелације			Мултиколинеарност	
	ОС	Падавине	Температура	Ниво толеранције	Фактор пораста варијансе (VIF)
Падавине	0,208	-		0,523	1,912
Температура	-0,188	-0,270	-	0,113	8,817
Надморска висина	0,313*	0,503**	-0,915**	0,091	10,943

*p<0,05 **p<0,01

Табела 37. Pearson-ови коефицијенти корелације за шумско земљиште групе Leptosol на дубини до 30 cm

	Pearson-ови коефицијенти корелације			Мултиколинеарност	
	ОС	Падавине	Температура	Ниво толеранције	Фактор пораста варијансе (VIF)
Падавине	0,079	-		0,627	1,595
Температура	-0,251*	-0,150	-	0,100	9,984
Надморска висина	0,358**	0,360**	-0,928**	0,089	11,214

* p <0,05 ** p <0,01

Табела 38. Pearson-ови коефицијенти корелације за шумско земљиште групе *Leptosol* на дубини до 100 cm

	Pearson-ови коефицијенти корелације			Мултиколинearност	
	ОС	Падавине	Температура	Ниво толеранције	Фактор пораста варијансе (VIF)
Падавине	0,031	-		0,627	1,595
Температура	-0,199*	-0,150	-	0,100	9,984
Надморска висина	0,320**	0,360**	-0,928**	0,089	11,214

*p<0,05 **p<0,01

У Табели 39 су дати Модели вишеструке линеарне регресије са три независне променљиве (средње годишња количина падавина, средње годишња температура и надморска висина) према начину коришћења земљишта, референтној групи и дубини за ОС (t/ha).

Табела 39. Модели вишеструке линеарне регресије са три независне варијабле (средње годишња количина падавина, средње годишња температура и надморска висина)

Начин коришћења земљишта/ WRB група/ дубина	Оцењени регресиони модели са три независне променљиве
Пољопривредно земљиште/Cambisol/ дубина 30 cm	ОС = 113,699 - 0,019 x падавине - 4,295 x температура + 0,022 x надморска висина
Пољопривредно земљиште/Cambisol/ дубина 100 cm	ОС = 311,538 - 0,104 x падавине* - 13,387 x температура + 0,017 x надморска висина
Шумско земљиште/ Cambisol /дубина 30 cm	ОС = 52,078 - 0,083 x падавине - 7,725 x температура + 0,110 x надморска висина
Шумско земљиште/Cambisol /дубина 100 cm	ОС = 235,433 + 0,063 x падавине - 19,424 x температура + 0,059 x надморска висина
Пољопривредно земљиште/Leptosol/ дубина 30 cm	ОС = -477,344 + 0,033 x падавине + 43,353 x температура + 0,272 x надморска висина
Пољопривредно земљиште/Leptosol/ дубина 100 cm	ОС = -913,135 - 0,117 x падавине + 90,880 x температура + 0,550 x надморска висина
Шумско земљиште/Leptosol/ дубина 30 cm	ОС = -620,6 - 0,224 x падавине + 70,117 x температура** + 0,545 x надморска висина**
Шумско земљиште/ Leptosol/ дубина 100 cm	ОС = -1005 - 0,389 x падавине* + 112,802 x температура** + 0,814 x надморска висина**

*p<0,05 **p<0,01

После корекције и искључења треће променљиве (надморске висине) добијени су следећи оцењени линеарни регресиони модели за које је дата детаљнија анализа.

Пољопривредно земљиште групе Cambisol на дубини до 30 cm

$$OC = 164,418 - 0,015 \times \text{падавине} - 8,797 \times \text{температура}^{**}$$

На основу оцењене једначине и добијених пратећих статистичких показатеља може се закључити да ова два испитивана фактора (падавине и температура) на пољопривредном земљишту групе Cambisol на дубини до 30 cm доприносе промени садржаја органског угљеника у земљишту са $R^2=18,11$ %. Да би измерили утицај испитиваних независних појава (падавине и температуре) на садржај и промену органског угљеника у земљишту посматраћемо стандардизоване бета (β) коефицијенте, јер су анализиране појаве мерене на различитим скалама. Бета коефицијенти не зависе од јединице мерења променљивих. У овом примеру већу вредност за β коефицијент има температура (-0,445), а веома малу ниво падавина (-0,089). Другим речима, температура као фактор доприноси у знатно већој мери варијабилност садржаја ОС. Та веза је негативна и статистички веома значајна ($p < 0,01$), тј. ова променљива статистички значајно доприноси предикцији зависне променљиве. Утицај количине падавине није статистички значајан на промену количине ОС у земљишту ($p > 0,05$).

Пољопривредно земљиште групе Cambisol на дубини до 100 cm

$$OC = 351,078 - 0,101 \times \text{падавине}^* - 16,900 \times \text{температура}^{**}$$

Као и у претходном случају (на дубини до 30 cm) и на пољопривредном земљишту групе Cambisol на дубини до 100 cm варијабилитет садржаја ОС се може објаснити оцењеним регресионим моделом са 18,3 %, а јачина везе посматраних променљивих износи $R=0,428$. Утицај средње годишње количине падавина и средње годишње температуре су негативни и статистички значајни, при чему средње годишња температура има већи ефекат дејства на промену садржаја ОС, наиме $\beta_{\text{температуре}}=-0,428$ а $\beta_{\text{падавине}}=-0,264$.

Шумско земљиште групе Cambisol на дубини до 30 cm

$$OC = 304,813 + 0,098 \times \text{падавине} - 29,912 \times \text{температура}^{**}$$

За разлику од оцењених модела на пољопривредном земљишту, на шумском земљишту у оквиру исте групе (Cambisol) промена средње годишње температуре и средње годишње количине падавина детерминише садржај органског угљеника у земљишту са чак $R^2=37,89$ %. Код овог начина

коришћења земљишта температура је показала да има негативан и статистички значајан утицај на садржај ОС у земљишту ($p < 0,01$), док количина падавина није показала статистички значајан утицај ($p > 0,05$). Стандардизовани регресиони коефицијенти (β) потврђују да температура има јако велики утицај на промену органског угљеника ($\beta = 0,56$), док ниво падавина исти утицај објашњава са свега $\beta = 0,14$, али као што смо рекли тај утицај није и статистички значајан.

Шумско земљиште групе Cambisol на дубини до 100 cm

На основу расположивих података оцењен је следећи линеарни модел зависности ОС у земљишту од средње годишње количине падавине и средње годишње температуре:

$$ОС = 370,787 + 0,071 \times \text{падавине} - 31,306 \times \text{температура}^{**}$$

Као и у претходним случајевима и овде је утицај средње годишње температуре на варијабилност садржаја ОС у земљишту испољио негативно дејство и статистички веома значајно ($p < 0,01$). Дакле, и на шумском земљишту групе Cambisol на дубини до 100 cm статистички значајан утицај има само температура, а не и количина падавина. Стандардизовани регресиони коефицијенти показују да средње годишња температура ($\beta = -0,531$) има велики утицај на промену садржаја органског угљеника у шумском земљишту групе Cambisol на дубини до 100 cm, док средње годишња количина падавина нема велико дејство на ОС ($\beta = 0,095$). Релативан утицај независних променљивих (падавине и температура) на варијабилност садржаја ОС на шумском земљишту групе Cambisol објашњена је са $R^2 = 32,20$ %. Дефинисани регресиони модел има статистичку значајност $F = 14,252$, $p < 0,00001$.

Пољопривредно земљиште групе Leptosol на дубини до 30 cm

За овај тип земљишта и ову подлогу на дубини до 30 cm израчунат је следећи регресиони линеарни модел:

$$ОС = 140,911 + 0,169 \times \text{падавине} - 10,251 \times \text{температура}$$

Међутим, дефинисани модел није испољио статистичку значајност ($F = 3,2224$, $p > 0,05$), те ни један регресиони коефицијент није статистички значајан. Може се и овде уочити да средње годишња количина падавина утиче позитивно, а средње годишња температура негативно на садржај органског угљеника у земљишту.

Пољопривредно земљиште групе Leptosol на дубини до 100 cm

И у овом случају, као и у претходном, имамо сличну констатацију, тј. дефинитивно на пољопривредном земљишту групе Leptosol није израчунат статистички значајан вишеструки регресиони модел ни на дубини до 30 cm ни на дубини до 100 cm.

$$OC = 190,013 + 0,159 \times \text{падавине} - 17,246 \times \text{температура}$$

Другим речима на пољопривредном земљишту групе Leptosol без обзира на дубину није показано да ове две независне променљиве најбоље описује регресиони модел.

Шумско земљиште групе Leptosol на дубини до 30 cm

У овом случају дефинисан је следећи математички модел регресионе једначине:

$$OC = 313,649 + 0,037 \times \text{падавине} - 18,591 \times \text{температура}^*$$

Утицај средње годишње температуре на садржај ОС у земљишту је негативан и статистички значајан ($p < 0,05$), док количина падавине није испољила статистички значајан утицај на садржај ОС ($p > 0,05$). На шумском земљишту групе Leptosol на дубини до 30 cm испитиване променљиве нису имале велики релативан утицај на варијабилност органског угљеника ($R^2 = 6,45\%$). Највећа вредност бета коефицијента је $-0,244$ и она се односи на средње годишњу температуру, дакле ова променљива појединачно највише доприноси објашњењу промене органског угљеника у земљишту. Бета коефицијент за падавине је свега $0,042$.

Шумско земљиште групе Leptosol на дубини до 100 cm

Издваја се следећи регресиони модел:

$$OC = 388,808 + 0,001 \times \text{падавине} - 19,532 \times \text{температура}$$

Дефинисана вишеструка регресија није показала статистички значајно дејство ни једне посматране променљиве на зависну променљиву садржај органског угљеника у шумском земљишту групе Leptosol на дубини до 100 cm.

7. ДИСКУСИЈА

7.1 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТИМА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Прецизних процена резерве органског угљеника у земљишту на већим површинама базираних на систематским мерењима има мало (Morvan et al., 2008). Разлог томе је, између осталог, што велика просторна варијабилност захтева и велику густину узорковања да би процене биле тачне (Bellamy et al., 2005; Saby et al., 2008).

Процена садржаја органског угљеника у земљишту на подручју територије Републике Србије урађена је на укупно 1.363 локалитета. Анализа резерве органског угљеника у t/ha рађена на укупно 1.140 локалитета. Анализа просторне дистрибуције локалитета показује да је добра покривеност целе територије Републике, али да истраживање није обухватило територију Аутономне Покрајине Косово и Метохија. У неким подручјима истраживање је обухватило већи број локалитета у односу на друга подручја.

Анализа локалитета по категоријама садржаја органског угљеника у земљишту израженог у % до дубине од 30 cm показује да 18,9 % локалитета има веома низак садржај органског угљеника (< 1,0 %). Процењена површина на којој је утврђен веома низак садржај органског угљеника у земљишту је 1,26 % или 97.198,90 ha. У класи ниског садржаја (1,01-2,0 %) је 45,3 % локалитета, односно 48,33 % територије земље, што представља површину од 3.744.457,56 ha. У класи средњег садржаја (2,01-6,0 %) је 31,7 % локалитета, односно 49,40 % територије земље, што представља површину од 3.827.567,25 ha, док је само 4,1 % локалитета, 1,01 % територије или 78.141,73 ha, у класи високог садржаја (> 6,0 %). Анализа локалитета по категоријама садржаја органског угљеника у земљишту израженог у % до дубине од 100 cm показује да 59,1 % локалитета има веома ниску вредност садржаја органског угљеника (< 1,0 %). У класи ниског садржаја (1,01-2,0 %) је 33,6 % локалитета. У класи средњег садржаја (2,01-6,0 %) је 7,2 % локалитета, док је само 0,1 % локалитета у класи високог садржаја (> 6,0 %).

Анализе резерве органског угљеника у земљишту извршене на основу средњих вредности садржаја на дубини до 30 cm показују вредности од 0,69 Pg, док резултати анализе резерве органског угљеника на дубини до 100 cm показују вредности од 1,13 Pg. Анализа резерве органског угљеника у земљишту извршене на основу средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту за референтне групе и површина референтних група на дубини до 30 cm показују вредност 0,71 Pg, док резултати анализе резерве органског угљеника до 100 cm дубине показују вредност 1,16 Pg.

Поредећи резултат добијен на основу процене на Европском нивоу (Jones et al., 2004) где је резерва органског угљеника у земљишту за целу територију Републике Србије, укључујући Косово и Метохију, процењена на вредност од 1 Pg, вредност добијена истраживањем сразмерно територији је мања и износи 79,3 % процењене вредности, односно 81,6 % процењене вредности када је резерва рачуната на основу средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту за референтне групе и површина референтних група. Уколико се пореди добијена вредност са процењеним вредностима у региону, може се закључити да је резерва садржаја органског угљеника у Републици Србији већа у односу на Републику Хрватску, Босну и Херцеговину, Републику Македонију, Републику Словенију, Црну Гору и Грчку и мања од процењене вредности за Мађарску, Румунију и Бугарску.

Према резултатима досадашњих истраживања резерви садржаја органског угљеника на подручју Војводине, у слоју 0-100 cm дубине налази се 270 Mt органског угљеника (Belić et al., 2013). Ова вредност представља 23,3 % од вредности добијене нашим истраживањем која је у потпуној сразмери са величином испитиване територије наведених предходних истраживања (1.807.073 ha или 23,3 %).

Истраживања резерви органског угљеника у земљишту су радиле и друге земље и резултате поредиле са проценом на Европском нивоу. Укупна резерва органског угљеника у земљишту у Француској је $3,260 \pm 0,872$ PgC за дубину до 30 cm (Martin et al., 2011). Ова процена је различита у односу на процену са мапе органског угљеника за подручје Европе (Jones et al., 2005) која је била 5.0 PgC за дубину до 30 cm (Martin et al., 2011). Резерве органског угљеника које су процењене за Данску за дубину до 1 m варирају од 0,563 до 0,598 PgC, од чега је 60 % нађено у слоју од 0-28 cm (Krogh et al., 2003). Када се ово прерачуна на слој 0-28 cm добија се 0,338 до 0,359 PgC, што је у поређењу са мапом коју је урадио Joint Research Center (JRC) и њиховим проценама (0,6 PgC) знатно мање. Процене резерве органског угљеника у пољопривредном и шумском земљишту (0–100 cm минерална земљишта, 0–200 cm органска земљишта) у Швајцарској износе 280 Mt (Leifeld et al., 2004).

Процена резерве органског угљеника у земљишту је веома значајна са аспекта целокупног екосистема. Познато је да мале промене у залихама органског угљеника у земљишту изазивају значајан ток CO₂ према атмосфери (Stevens et al., 2006). Од залиха органског угљеника зависи продуктивност пољопривредне производње и стабилност целокупног екосистема. Питање прецизне процене органског угљеника у земљишту на националном нивоу је веома важно и из разлога што се овај податак користи за процену утицаја промена начина коришћења земљишта и климатских промена на динамику промене резерви органског угљеника у земљишту, као и на процену емисије гасова стаклене баште земље (Charlot et al., 2009).

Добијени резултати представљају прву процену резерве органског угљеника у земљиштима Републике Србије која ће представљати полазну тачку за даља истраживања и праћење промена.

7.2 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ У ЗАВИСНОСТИ ОД ТИПА ЗЕМЉИШТА

Праћењем расподеле учесталости садржаја органског угљеника по WRB референтним групама земљишта у t/ha и % добијени су резултати који показују да се издваја референтна група LP-Leptosol јер показује највећу заступљеност анализираних локалитета (43,6 %) са вредностима садржаја органског угљеника у земљишту >150 t/ha на дубини до 30 cm. Анализа садржаја органског угљеника на дубини до 100 cm показује највећу заступљеност анализираних локалитета (28,6 %) са вредностима >150 t/h.

Анализирајући садржај органског угљеника по референтним групама земљишта на дубини до 30 cm у % закључујемо да је већина референтних група са највећом заступљеношћу анализираних локалитета у класи ниског садржаја (1,01-2,0 %) и то референтне групе CH-Chernozem, CM-Cambisol, FL-Fluvisol, LV-Luvisol, PL-Planosol, SN-Solonetz и VR-Vertisol. Са највећом заступљеношћу анализираних локалитета у класи веома ниског садржаја (<1,0 %) су референтне групе AR-Arenosol, RG-Regosol и SC-Solonchak. Са највећом заступљеношћу анализираних локалитета у класи средњег садржаја (2,01-6,0 %) су референтне групе GL-Gleysol, LP-Leptosol и референтна група RG-Regosol са једнаким бројем локалитета (33,3 %) као у класи веома ниског садржаја.

Анализирајући садржај органског угљеника по референтним групама земљишта на дубини до 100 cm у % закључујемо да је већина референтних група са највећом заступљеношћу анализираних локалитета са вредностима <1,0 % и то референтне групе AR-Arenosol, CM-Cambisol, GL-Gleysol, LP-Leptosol, LV-Luvisol, PL-Planosol, RG-Regosol, SC-Solonchak и SN-Solonetz. Референтне групе које имају највећу заступљеност анализираних локалитета са средњим садржајем органског угљеника који се кретао у распону 1,01-2,0 % су CH-Chernozem, FL-Fluvisol и VR-Vertisol.

Анализа средње вредности и стандардне девијације садржаја органског угљеника по WRB референтним групама земљишта у t/ha и у % на дубинама до 30 cm и 100 cm показала је највећу средњу вредност садржаја органског угљеника у референтној групи LP-Leptosol (Vidojevic et al., 2012). Анализирајући коефицијент варијације установљено је да вредности аритметичке средине нису довољно репрезентативне у овој групи, па се стога вредност аритметичке средине не може сматрати поузданом. Што се тиче референтне групе са најмањом средњом вредности садржаја органског угљеника, AR-Arenosol, анализе коефицијената варијације показују да су вредности аритметичке средине довољно репрезентативне у овој групи и овај податак се може сматрати поузданим.

Истраживања су показала да је највећа варијабилност резултата садржаја органског угљеника у оквиру референтних група LP-Leptosol и RG-Regosol. Референтна група LP-Leptosol обухвата релативно велики број анализираних локалитета (211) и велику варијабилност резултата треба тражити у различитим типовима земљишта који припадају овој референтној групи (тип кречњачко-доломитна црница (калкомеланосол), тип хумусно силикатна земљишта или Ранкери и тип хумусно-карбонатних земљишта или Рендзине). Треба напоменути да је број локалитета у оквиру референтне групе RG-Regosol релативно мали у односу на друге референтне групе (12), а објашњење велике варијабилности резултата треба тражити у зависности физичких и хемијских својстава ових земљишта од матичног супстрата, као и од велике просторне дисперзије распореда анализираних локалитета у оквиру ове групе.

Најмања варијабилност резултата утврђена је у оквиру референтних група са релативно мало анализираних локалитета које обухватају референтну групу LV-Luvisol (32 локалитета), са типом земљишта означеним у националној класификацији као илимеризовано земљиште (Лувисол), затим референтну групу SN-Solonetz (29 локалитета), са типом земљишта означеним у националној класификацији као Солонец и групом VR-Vertisol (35 локалитета), са типом земљишта означеним у националној класификацији као Смонице или Вертисоли. Типови земљишта који обухватају ове референтне групе одговорни су за малу варијабилност резултата и већу репрезентативност вредности аритметичке средине.

Према залихама органског угљеника у земљишту у слоју 0-30 cm испитиване референтне групе показују следећи распоред: LP-Leptosol (151,33 t/ha), RG-Regosol (93,74 t/ha), CM-Cambisol (89,81 t/ha) и GL-Gleysol (85,01 t/ha). Најмање залихе утврђене су у референтним групама AR-Arenosol (41,78 t/ha), SC-Solonchak (48,00 t/ha), PL-Planosol (61,61 t/ha) и FL-Fluvisol (70,80 t/ha).

Према залихама органског угљеника у земљишту у слоју 0-100 cm испитиване референтне групе показују следећи распоред: LP-Leptosol (178,95 t/ha), GL-Gleysol (168,75 t/ha), CH-Chernozem (168,20 t/ha) и RG-Regosol (160,88 t/ha). Најмање залихе утврђене су у референтним групама AR-Arenosol (96,03 t/ha), SC-Solonchak (102,13 t/ha), PL-Planosol (109,88 t/ha) и LV-Luvisol (123,20 t/ha).

У земљиштима Војводине описане су резерве органског угљеника у слоју 0-30 cm и 0-100 cm дубине (Belić et al., 2013). Највеће залихе органског угљеника у земљишту су утврђене у референтним групама Gleysol (165 t/ha), Vertisol (74 t/ha), Chernozem (72 t/ha) и Regosol (71 t/ha), а најмање у референтној групи Arenosol (41 t/ha), Solonchak (42 t/ha) и Fluvisol (46 t/ha). У слоју 0-100 cm дубине, највеће залихе органског угљеника у земљишту су утврђене у референтним групама Regosol (204 t/ha), Vertisol (171 t/ha), Gleysol (165 t/ha) и Chernozem (165 t/ha), а најмање у референтној групи Solonchak (87 t/ha), Fluvisol (93 t/ha) и Arenosol (99 t/ha). Садржај органског угљеника у најзаступљенијим типовима земљишта у Војводини описују и други аутори. Према

залихама органског угљеника у земљишту у слоју 0-30 cm испитивани типови земљишта показују следећи распоред: ритске црнице (99 t/ha) > черноземи (79 t/ha) > солоњец (71 t/ha) > флувисоли (58 t/ha) > ареносоли (47 t/ha), као и у слоју 0-100 cm: ритске црнице (190 t/ha) > черноземи (150 t/ha) > солоњец (133 t/ha) > ареносоли (118 t/ha) > флувисоли (111 t/ha). Овакав редослед истиче земљишта са акумулативним хумусним хоризонтом испред иницијалних земљишта (Ћирић, 2013).

Оваква дистрибуција по најмањим залихама издваја референтну групу Arenosol. Ова земљишта нису у стању да акумулирају веће залихе органског угљеника због њиховог грубог механичког састава, еолске ерозије која их погађа у континуитету и оскудније, углавном ксерофитне вегетације на њима. Још ниже залихе органског угљеника су имали Ареносоли у ранијим периодима док су били у стању “живих пескова” (Живковић и сар., 1972; Хацић и сар., 1997; Белић и сар., 1999), док су сада антропогенизовани (релативно везани пескови, обogaћени тресетом).

По највећим залихама издваја се референтна група Leptosol. Leptosol-и су плитка земљишта присутна углавном у планинским регионима или на подручјима где је земљиште еродирало до те мере да је стена близу површине. Ова земљишта заузимају 9 % територије Европе (Soil Atlas of Europe, 2005). У Републици Србији Leptosol-и заузимају површину од 1.231.952 ha, или 15,9 % територије.

Ова земљишта обухватају хумусно-карбонатна земљишта, Рендзине, које се могу наћи под различитим шумским фитоценозама, мада травне заједнице боље погодују образовању овог типа земљишта, с обзиром на њихов тип акумулације хумуса. У литератури је познато да Рендзине под природном вегетацијом садрже у нижим регионима 5-10 % хумуса, а у вишим појасевима (доломитна рендина) и до 20 % (Ћирић, 1991). Рендзине су распрострањене на терцијалним терасама Шумадије, у Понишављу, источној Србији, на Фрушкој Гори, у Ваљевском крају, обронцима Голије, на Косову и Метохији (Дугалић и Гајић, 2012). Рендзине се у нашој земљи користе као шумска, пашњачка и као пољопривредна земљишта за гајење воћа, винове лозе, њивских култура, ређе поврћа. Најбоље производне карактеристике поседују рендзине на лесу (обронци Фрушке Горе) па се највише користе као виноградарска и воћарска земљишта.

Leptosol-и обухватају и Ранкере, хумусно-силикатно земљиште образовано на силикатном супстрату у којем се истиче хумусни хоризонт. Велике површине ранкера, нарочито у источном делу Републике Србије, су под травњацима, и то у нижим појасевима ксерофитног карактера, док се у вишим регионима налазе мезофилније заједнице.

Својства ранкера у Србији најбоље је описао Живковић (1966) који наводи да садржај хумуса јако варира, и зависно од развојног стадијума, надморске висине, најчешће се креће од 12-25 %. Уз тако велике количине хумуса везан је и висок садржај укупног азота, али је мобилизација азота успорена због слабе минерализације. У литератури је познато да ранкери на висинама преко 1.000 m

надморске висине на којима су најмање повољни услови за минерализацију органске материје могу да садрже и 25-30 % хумуса на дубини 0-15 cm (Дугалић и Гајић, 2012). Нарочито велике површине заузимају ранкери на "силикатним" планинама као што су Маљен, Сувобор, Рудник, Златиборски серпентински масив, Рогозна, Голија, Ибарска клисура, Копаоник, Шар-планина, Чемерник, Бесна Кобила, Стара планина, Дели Јован. Продуктивна способност наших ранкера је веома неуједначена и углавном мала због мале дубине и неповољног водног режима, као и сиромаштва лакомобилним формама најважнијих биљних хранива (N, P, K), а често и јако киселе реакције.

Према највећим залихама органског угљеника у земљишту у слоју 0-100 cm поред LP-Leptosola издвајају се и референтне групе GL-Gleysol и CH-Chernozem.

Референтна група Gleysol обухвата ритске црнице код којих је велика залиха органског угљеника у земљишту у слоју 0-30 cm последица акумулације већих количина хидроморфног хумуса, који се формира под утицајем сезонског превлаживања, што доводи до смањене оксидације ОМ и њеног нагомилавања у овим глејним земљиштима. Као други разлог треба навести повишен садржај глине у овим земљиштима, који утиче на стабилизацију и асоцијацију ОМ. Акумулација хумуса у овим земљиштима може да се повећа и наношењем муљевитих честица повременим поплавама. Ритске црнице садрже хидромолични хумус и хумусни хоризонт дебљине 50-70 cm (Ћирић, 1984). Резерве органског угљеника у земљишту у слоју 0-100 cm (168,75 t/ha) су последица моћног, дубоког хумусног хоризонта.

Великим залихама органског угљеника у земљишту одликује се и референтна група Chernozem (168,20 t/ha), посебно ако се гледа слој 0-100 cm. Чернозем као степска црница нема потенцијал за акумулацију органског угљеника у земљишту у толикој мери као ритска црница због терестричне педогенезе која га карактерише. Али веома добар квалитет хумуса настао под утицајем травно-степске вегетације, изузетна структура, иловаст механички састав са умереним садржајем глине и CaCO₃, који стабилизују ОМ, као и степска педофауна и изостанак елувијално-илувијалне миграције, значајно утичу на висок ниво залиха органског угљеника у њему. Чернозем као земљиште са високим садржајем квалитетне ОМ описан је од стране многих домаћих (Živković et al., 1972; Ћирић, 1984; Шкорић, 1986; Миљковић, 1996) и страних аутора (Kononova, 1975; Mikhailova et al., 2000; Altermann et al., 2005). Черноземи Централне и Источне Европе садрже 76-97 t/ha органског угљеника у земљишту у слоју 0-30 cm (Batjes, 2002). Просечне залихе у војвођанском чернозему на лесној тераси су 65 t/ha у ораничном слоју (0-30 cm), а крећу се у распону од 58-76 t/ha (Ћирић, 2008). У слоју 0-40 cm залихе органског угљеника чернозема под утицајем различитих система обраде су се кретале од 90,0-96,9 t/ha (Manojlović et al., 2008). Чернозем под различитим системима обраде садржи просечне залихе од 60,2 t/ha на дубини 0-30 cm (Seremesic et al., 2011). Друга истраживања показују

да черноземи у Војводини садрже просечне залихе од 72 t/ha органског угљеника у слоју 0-30 cm и 165 t/ha у слоју 0-100 cm (Belić et al., 2013).

Анализирајући карту дистрибуције органског угљеника према типу земљишта за слој 0-30 cm дубине, највећи садржај органског угљеника присутан је у централној Србији (југо-источни део) и у оквиру референтне групе Leptosol. Земљишта ове референтне групе су плитка земљишта па вредности садржаја органског угљеника до 100 cm дубине заправо представљају вредности садржаја до дубине коју ова земљишта достижу. Посматрајући централну Србију највеће површине заузима референтна група Cambisol (37,76 %) са средњом вредности садржаја органског угљеника до 30 cm 89,81 t/ha. Средња вредности садржаја органског угљеника до 100 cm дубине је 126,75 t/ha. У северном делу земље, на подручју Војводине, где је најинтензивнија пољопривредна производња, садржај органског угљеника до 30 cm дубине у већем проценту припада класи ниског садржаја и износи 1,93 %. Најзаступљенији тип земљишта у овом делу земље је Chernozem који обухвата 57,9 % површине и који има средњу вредност до 30 cm дубине 73,82 t/ha, што одговара вредности добијеној предходним истраживањима Belića и сар. (2013). Средња вредност садржаја органског угљеника до 100 cm дубине (168,20 t/ha) је мања него у чернозему у Русији који се користи као обрадиво земљиште и садржи 290 t/ha органског угљеника до 100 cm дубине (Mikhailova and Post, 2006). Чернозем у Мађарској има 105,6 t/ha органског угљеника (Németh et al., 2002), док је у Бугарској 142 t/ha (Filcheva et al., 2002). Добијене вредности указују на већу дубину хумусног хоризонта (Ah) Chernozema која иде и до 100 cm, у односу на Cambisol где је хумусни хоризонт до 60 cm дубине. Добијена вредност је већа у односу на чернозем у Војводини који је развијен на лесним терасама и има средњу вредност садржаја органског угљеника 151 t/ha до 100 cm дубине (Belić et al., 2013).

Дистрибуција садржаја органског угљеника у северном делу земље, у Војводини, до 100 cm дубине показује да најзаступљеније референтне групе Chernozem и Gleysol, које укупно заузимају 76,03 % територије, имају веће резерве органског угљеника у односу на најзаступљенију референтну групу у централној Србији - Cambisol.

Генерално, дистрибуција садржаја органског угљеника до 30 cm дубине показује веће вредности у централној Србији где су и веће површине земљишта под шумама.

Република Србија има хетероген земљишни покривач са различитим грађама профила земљишта и са различитим дубинама, па за неке референтне групе земљишта садржај органског угљеника који је приказан до 100 cm дубине заправо представља садржај до дубине коју она достижу.

Статистичком анализом која је обухватила две референтне групе и то Cambisol који представља најраспрострањенију групу на територији Републике Србије (27,99 % територије) и референтну групу Leptosol која има највећу вредност садржаја органског угљеника у земљишту

праћен је ефекат дејства два фактора и то начина коришћења земљишта (пољопривредно и шумско) и утицаја референтне групе и закључено је да начин коришћења земљишта и референтна група земљишта имају готово идентичан ефекат дејства на варијабилитет садржаја органског угљеника у земљишту, тј. тај утицај начина коришћења земљишта износи 9,3 %, а референтна група 9,2 %.

7.3 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ У ЗАВИСНОСТИ ОД НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА

Анализом националне Corine Land Cover базе података за 1990. и 2006. годину добијене су површине на којима је дошло до пренамене земљишта. Ове промене узеле су у обзир категорије пољопривредних површина и шума и полуприродних подручја које су промениле намену у урбано земљиште, без категорије зелена урбана подручја. Анализом је добијена површина од 10.245 хектара која приказује укупно повећање вештачких површина у периоду од 1990-2006. године за територију Републике Србије (без података за територију Аутономне покрајине Косово и Метохија). Ова површина представља 0,13 % анализиране територије и обухвата подручја на којима је очекиван губитак органског угљеника у земљишту. Анализа је показала да подручја највећих агломерација са тенденцијом заузимања површина за урбани развој су градови Београд, Нови Сад и Пожаревац. Такође су анализе показале да су на подручју АП Војводина промене заступљеније него на подручју централне Србије. Прорачун губитка резерве органског угљеника у земљишту на овим подручјима у периоду 1990-2006. године на дубини до 30 cm показује укупне вредности 0,92 Mt C, односно 1,49 Mt C за дубину до 100 cm. Оваква процена није вршена на подручју Републике Србије у предходном периоду да би се резултати могли поредити. Поједини аутори наводе сличне процене у другим земљама. У Швајцарској, годишњи губитак органског угљеника у земљишту '80-тих година прошлог века износи 0,085 Mt (Leifeld et al., 2003). За целу урбану територију у земљи, губитак органског угљеника у земљишту од 17,6 Mt је резултат пренамене пољопривредног земљишта. Битно је истаћи да у праћењу историјских губитака резерви органског угљеника треба посебно пратити подручја на којима је дошло до пренамене из шумских у пољопривредне површине.

За потребе прорачуна резерве органског угљеника у земљишту према начину коришћења земљишта од укупног броја локалитета највише је оних који се налазе на пољопривредним површинама и то 50,6 % за утврђивање резерве органског угљеника у t/ha, и 55,5 % локалитета за утврђивање резерве органског угљеника у %. Затим следе локалитети који се налазе у шумама и полуприродним подручјима и то 42,9 % за утврђивање резерве органског угљеника у t/ha, односно

37,9 % локалитета за утврђивање резерве органског угљеника у %. Локалитети који се налазе у оквиру других категорија начина коришћења земљишта су знатно мање заступљени.

Анализа резултата показује да је резерва садржаја органског угљеника у земљишту већа у шумама и полуприродним подручјима (116,35 t/ha) у односу на пољопривредне површине (68,99 t/ha) и то за праћење садржаја у t/ha за 40,71 % до дубине од 30 cm, односно за 11,43 % до дубине од 100 cm. За праћење садржаја у % резерва садржаја органског угљеника у земљишту већа је у шумама и полуприродним подручјима за 43,17 % до дубине од 30 cm, односно за 15,32 % до дубине од 100 cm. Процена садржаја органског угљеника у површинским слојевима (0-20 cm) у најзаступљенијим земљиштима шумских екосистема у централној Србији: еутричном ранкеру, еутричном камбисолу и дистричном камбисолу показује да просечна вредност количине органског угљеника, укупно за проучавана земљишта износи $5,77 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (Kadović et al., 2012).

Садржај резерве органског угљеника у категорији вештачких површина показује вредности веће у односу на категорије пољопривредних површина, шума и полуприродних подручја и влажних станишта што не представља очекивани резултат. Разлози су вишеструки. У оквиру ове категорије узорци су узимани углавном у оквиру зелених урбаних подручја и рекреационих површина где је појачано ђубрење и смањено изношење органског угљеника.

Истраживања су показала да је за све категорије начина коришћења земљишта присутна велика варијабилност резултата. Једино локалитети који припадају вештачким површинама до 30 cm дубине и локалитети којих је мало (4) који припадају влажним подручјима за приказивање садржаја органског угљеника у % имају довољно репрезентативне вредности аритметичке средине садржаја органског угљеника. Закључак који се намеће, да је садржај органског угљеника условљен у већој мери другим факторима, можемо наћи и у неким истраживањима где се наводи сличан ниво залиха органског угљеника у земљишту међу различитим начинима коришћења земљишта (Smith et al., 2001). Истраживања Freibauer и сар. (2004) истичу да су просечне залихе органског угљеника у европским ораницама на нивоу просечних залиха органског угљеника у минералним земљиштима у Европи (око 53 t/h) на 0-30 cm дубине када се посматрају различити типови земљишта. Према томе, може се констатовати да европска земљишта много варирају међу климатским регионима и типовима земљишта.

На основу истраживања којим је процењена резерва органског угљеника у пољопривредном земљишту Европе коришћењем CENTURY модела (Lugato et al., 2014), добијена је вредност од 17,63 Gt за слој 0-30 cm. Модел је обухватио територију ЕУ и земаља ван њене територије (Србије, Босне и Херцеговине, Хрватске, Црне Горе, Албаније, Македоније и Норвешке). Резултати добијени моделом тестирани су коришћењем резултата из европске мреже за животну средину и осматрање

(European Environment and Observation Network (EIONET) и на основу приближно 20.000 узорака земљишта из истраживања LUCAS 2009.

Резерве органског угљеника у пољопривредном земљишту израчуната на основу површине пољопривредног земљишта у Републици Србији и вредности просечног садржаја органског угљеника у слоју 0-30 cm износи 68,99 t/ha. Уколико се вредност прикаже у Gt добијамо да је резерва органског угљеника у пољопривредним земљиштима Републике Србије 0,35 Gt, односно 1,98 % укупног садржаја за пољопривредно земљиште Европе процењене коришћењем CENTURY модела (Видојевић и сар., 2014).

7.4 ЗАВИСНОСТ САДРЖАЈА ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ ОД КОЛИЧИНЕ ПАДАВИНА, ТЕМПЕРАТУРЕ И НАДМОРСКЕ ВИСИНЕ

Утврђивање зависности садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине, извршено је за пет подручја у која су груписани локалитети према просторној припадности. Груписање локалитета је урађено на основу њиховог физичко-географског положаја.

За подручје Шумадије, које обухвата територије града Београда и Крагујевца, добијене су средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту које износе 112,12 t/ha до дубине од 30 cm, и 165,95 t/ha до дубине од 100 cm. Ове вредности су веће у односу на просечне вредности садржаја органског угљеника на целој територији земље. Постојање великих варијација у вредностима аритметичке средине може се објаснити хетерогеношћу терена и присуством више типова земљишта, као и различитих пракси управљања земљиштем који доводе до великих разлика у садржају органског угљеника у земљишту. Коефицијент детерминације указује да постоји јака статистичка повезаност садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње количине падавина на овом подручју. Ова повезаност опада са дубином што се може и очекивати. С друге стране, ако посматрамо график зависности видимо да је зависност између променљивих нелинеарна, садржај органског угљеника опада за вредности падавина до 800 mm, затим благо расте, да би за вредности падавина од око 950 mm вредност садржаја имала велику дистрибуцију вредности. Нелинеарна зависност је посебно уочљива и за дубине до 100 cm где садржај органског угљеника опада за вредности падавина до 800 mm, затим благо расте, да би за вредности падавина од око 950 mm вредност садржаја имала велику дистрибуцију вредности.

Анализа статистичке зависности садржаја органског угљеника и средње годишње температуре указује да постоји јака статистичка повезаност за дубине до 30 cm и нешто мања повезаност која је у

категорији средње јачине за дубине до 100 cm. Објашњење нешто мање статистичке повезаности на већим дубинама условљено је мањим утицајем спољашњих фактора на садржај органског угљеника у земљишту на већим дубинама.

Анализа статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту и надморске висине показује да постоји јака статистичка зависност за дубине до 30 cm и за дубине до 100 cm. Садржај органског угљеника у земљишту је релативно константан до надморске висине до 600 m, а затим расте са порастом надморске висине, што потврђује истраживање на Голији где садржај органског угљеника опада од виших ка нижим надморским висинама (Manojlovic et al., 2011). До овакве промене долази највероватније променом вегетације и начина коришћења земљишта на вишим надморским висинама.

На подручју западне Србије добијене су средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту које износе 78,46 t/ha за дубине до 30 cm и 109,52 t/ha за дубине до 100 cm које су мање у односу на просечне вредности на целој територији земље. Коефицијент варијације показује да су вредности аритметичке средине довољно репрезентативне за ово подручје. Анализом статистичке зависности садржаја органског угљеника и средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине за обе дубине земљишта утврђена је средње јака до слаба повезаност на овом подручју.

На подручју југоисточне Србије добијене су средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту које износе 102,13 t/ha до дубине од 30 cm и 156,76 t/ha до дубине од 100 cm што је изнад просечне вредности садржаја органског угљеника утврђене на целој територији земље. Коефицијент варијације показује да вредности аритметичке средине нису довољно репрезентативне за ово подручје.

Анализа статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине за дубине до 30 cm показује да постоји средње јака статистичка зависност свих параметара (R^2 од 0,4706 до 0,6157). За дубине до 100 cm статистичка зависност је мања и она је у категорији средње јаке до слабе везе.

На подручју јужне Србије - Лесковац добијене су средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту које износе 173,47 t/ha за дубине до 30 cm и 220,51 t/ha за дубине до 100 cm, што је знатно изнад просечне вредности садржаја органског угљеника утврђене на целој територији земље. Локалитети који се налазе на овој територији припадају у највећем броју референтним групама Cambisol и нешто мањи број локалитета групи Leptosol. Углавном су то шумска земљишта што објашњава висок просечни садржај органског угљеника. Просечно одступање од средње вредности садржаја органског угљеника релативно је високо. Коефицијент варијације показује да вредности аритметичке средине нису довољно репрезентативне за ово подручје.

Коефицијент детерминације за дубине до 30 cm и за дубине до 100 cm указује да постоји средње јака статистичка зависност количине падавина и садржаја органског угљеника у земљишту. Уочава се да је садржај релативно константан до вредности падавина од 800 mm, а онда нагло расте за количину падавина од око 850 mm, да би и даље растао када се количина падавина не мења, што нам указује да садржај органског угљеника не зависи линеарно од средње годишње количине падавина, јер се прво не мења када падавине расту, а затим расте када се падавине не мењају. Исто се може рећи и за зависност на дубини до 100 cm.

Анализа статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње температуре указује да постоји средње јака зависност ($R^2=0,6203$) за дубине до 30 cm и чврста повезаност у категорији јаке везе за дубине до 100 cm ($R^2=0,6676$). Ипак, уочавамо да садржај органског угљеника у земљишту веома варира при истим вредностима температуре, док се смањује при температурама вишим од 9 °C. Исто се може рећи и за зависност на дубини до 100 cm, што нам може указати да садржај органског угљеника у земљишту веома варира при истим вредностима температуре, односно да је зависност слаба.

Анализа статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту и надморске висине показује да постоји јака статистичка повезаност за дубине до 30 cm и средње јака веза за дубине до 100 cm. Анализом кретања вредности садржаја органског угљеника уочава се да је садржај релативно константан на нижим надморским висинама до 500 m, док је на надморској висини око 1.000 m велика разлика у садржају од локалитета до локалитета. На основу ове анализе може се закључити да садржај органског угљеника у земљишту не зависи у значајној мери од надморске висине на овом подручју, што се објашњава утицајем других фактора. Исто се може рећи и за зависност на дубини до 100 cm. Оно што у овој анализи треба истаћи, то је да на овом подручју имамо релативно мали број локалитета, само 22, што може да буде организирајући фактор при давању закључака.

На подручју централне Србије - Крагујевац, запад и Гоч добијене су средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту које износе 104,54 t/ha за дубине до 30 cm и 143,42 t/ha за дубине до 100 cm. Вредности за дубину до 30 cm су изнад просечне вредности садржаја органског угљеника утврђене на целој територији земље. Коефицијент варијације до 30 cm дубине показује да вредности аритметичке средине нису довољно репрезентативне за дубину до 30 cm, а да су за дубину до 100 cm вредности аритметичке средине довољно репрезентативне за ово подручје.

Коефицијент детерминације ($R^2=0,4339$ за дубине до 30 cm и $R^2=0,3978$ за дубине до 100 cm) указују да постоји средње јака статистичка зависност средње годишње количине падавина и садржаја органског угљеника у земљишту за обе дубине земљишта. Анализа садржаја органског угљеника у земљишту показује релативно константне вредности при количини падавина од 700-900 mm, да би за

вредности од око 1.000 mm разлике у садржају од локалитета до локалитета биле запажене. Исто се може рећи и за дубину до 100 cm.

Анализа статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту и средње годишње температуре указује да постоји средње јака статистичка зависност за дубине до 30 cm и чврста повезаност у категорији јаке везе за дубине до 100 cm. Анализа садржаја органског угљеника у земљишту показује да он веома варира при истим вредностима температуре. За зависност за дубину до 100 cm може се рећи да након пада садржаја органског угљеника у земљишту до температуре од око 9 °C, даља зависност при вишим температурама се не уочава.

Анализа статистичке зависности садржаја органског угљеника и надморске висине показује да постоји средње јака статистичка повезаност за дубине до 30 cm и јака веза за дубине до 100 cm. С обзиром да је садржај органског угљеника у земљишту релативно константан на нижим надморским висинама до 700 m, док је на надморској висини од око 900-1.000 m велика разлика у садржају органског угљеника од локалитета до локалитета, може се закључити да садржај органског угљеника у земљишту не зависи у значајној мери од надморске висине на овом подручју, што се објашњава утицајем других фактора. За зависност на дубини до 100 cm се може рећи да практично не постоји.

Анализирајући податке по подручјима и посматрајући вредности садржаја органског угљеника у земљишту до 30 cm дубине за она подручја за која је статистички узорак већи од 60 локалитета (подручје Шумадије-Београд и Крагујевац, подручје западне Србије, југоисточне Србије и централне Србије-Крагујевац запад и Гоч), може се извести закључак да је највећа статистичка зависност у односу на променљиву средње годишња количина падавина добијена на подручју Шумадије (територија града Београда и Крагујевца), а затим на територији југоисточне Србије. Највећа статистичка зависност за променљиву средње годишња температура такође је добијена за подручје Шумадије (територија града Београда и Крагујевца), затим за подручје централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч). Статистичка зависност за променљиву надморска висина највећа је такође за подручје Шумадије (територија града Београда и Крагујевца) и затим за подручје централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч).

Што се тиче резултата до 100 cm дубине може се извести закључак да је највећа статистичка зависност у односу на променљиву количина падавина добијена на подручју Шумадије (територија града Београда и Крагујевца), затим на територији централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч).

Посматрајући вредности садржаја органског угљеника до 100 cm дубине највећа статистичка зависност за променљиву средње годишња температура добијена је за подручје централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч), затим за подручје Шумадије (територија града Београда и Крагујевца). Статистичка зависност за променљиву надморска висина највећа је такође за подручје

централне Србије (Крагујевац западни део и Гоч), затим за подручје Шумадије (територија града Београда и Крагујевца).

У целој анализи истиче се подручје централне Србије, које обухвата јужни део територије града Београда, Шумадију са територијом града Крагујевца и планина Гоч, на коме је установљена значајна статистичка зависност свих анализираних променљивих, па се може сматрати да је ово подручје погодно за даља детаљнија истраживања. Такође се запажа да су средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту на нивоу просечних за територију земље.

Најмања статистичка зависност установљена је на подручју западне Србије. Разлог треба тражити у утицају других фактора који утичу на садржај органског угљеника у земљишту као што је тип вегетације, начин коришћења земљишта, присуство различитих типова земљишта, праксе у управљању земљиштем, нагиб, експозиција. На овом подручју је интересантно нагласити да су утврђене најмање вредности садржаја органског угљеника од свих посматраних подручја, и оне су мање од просечног садржаја за територију земље, посебно на дубини до 100 cm.

На подручјима на којима је статистички узорак био већи од 60 локалитета, углавном је уочен пад статистичке зависности у оквиру анализа извршених до дубине од 100 cm. Изузетак је подручје централне Србије (Крагујевац запад и Гоч) за променљиве средња годишња температура и средње годишња количина падавина за које је установљено незнатно повећање статистичке зависности за анализе садржаја органског угљеника до дубине од 100 cm. Ово потврђује наводе да је мања зависност садржаја органског угљеника у земљишту у дубљим слојевима последица мањег утицаја спољашњих фактора.

На основу изнетог изводи се закључак да постоји средње јака до јака статистичка зависност средње годишње количине падавина, средње годишње температуре и надморске висине са садржајем органског угљеника у земљишту у оквиру испитивања реализованих до 30 cm и 100 cm дубине. Утврђени садржај органског угљеника има већу варијабилност резултата до 30 cm дубине у односу на резултате до 100 cm дубине на свим подручјима.

Нашим истраживањем се може закључити да садржај органског угљеника у земљишту генерално расте са количином падавина и опада са порастом температуре, и да је зависност различита на различитим подручјима, што потврђује резултате предходних истраживања на различитим подручјима (Jenny, 1980; Burke et al., 1989; Grigal and Ohmann, 1992; Hontoria et al., 1999; Percival et al., 2000; Ganuza and Almendros, 2003; Lemenih and Itanna, 2004; Zduli et al., 2004). Аутори који су реализовали слична истраживања у Кини такође наглашавају да је генерално садржај ОМ у површинском слоју у негативној корелацији са температуром и у позитивној корелацији са годишњим количинама падавина и надморском висином (Dai and Huang, 2006). Они такође показују

да се варирање садржаја ОМ може описати различитим комбинацијама зависности од температуре, падавина и надморске висине за различите регионе, што потврђују и наша истраживања.

Даља статистичка истраживања зависности садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишње количине падавина и средње годишње температуре обухватила су различите начине коришћења земљишта и различите референтне групе и то: пољопривредна и шумска земљишта референтних група Cambisol и Leptosol на дубини до 30 cm и до 100 cm. Резултати су показали да температура као фактор доприноси у знатно већој мери варијабилности садржаја органског угљеника у земљишту. Та веза је негативна и статистички веома значајна. Утицај средње годишње количине падавине углавном није статистички значајан. Ово је посебно наглашено код референтне групе Cambisol код оба начина коришћења земљишта, док је код референтне групе Leptosol само код шумског земљишта на дубини до 30 cm утицај средње годишње температуре на садржај ОС у земљишту био статистички значајан. Ипак у овом случају, на шумском земљишту групе Leptosol на дубини до 30 cm треба напоменути да испитиване променљиве нису имале велики релативан утицај на варијабилност органског угљеника у земљишту.

7.5 РЕЗЕРВЕ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ У ЗАВИСНОСТИ ОД МОРФОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА РЕЉЕФА

За прорачун садржаја резерве органског угљеника у земљишту у зависности од морфометријских карактеристика рељефа, посебно надморске висине, у истраживању је коришћена подела земљишта према Хипсометријској карти рељефа Републике Србије. Највећи удео локалитета је са надморском висином до 200 m, затим следе локалитети који обухватају терене са надморским висинама од 500-1.000 m, локалитети који припадају брежуљкасто-брдском терену са надморским висинама од 200-500 m и они који обухватају терене са надморским висинама од 1.000-2.000 m којих је само 64.

Анализа коефицијената варијације показује да је средња вредност садржаја резерве органског угљеника у земљишту за локалитете који припадају низијама до 200 m надморске висине, која износи 66,26 t/ha односно 1,52 %, довољно репрезентативна за садржај органског угљеника у t/ha, док за садржај органског угљеника у % аритметичка средина није довољно репрезентативна у овој групи.

Анализа коефицијената варијације показује да је средња вредност садржаја резерве органског угљеника за локалитете који припадају брежуљкасто-брдском терену од 200-500 m надморске висине, која износи 76,15 t/ha, односно 1,87 %, довољно репрезентативна за садржај органског

угљеника у t/ha до 30 cm дубине, док за садржај органског угљеника у t/ha до 100 cm дубине и за садржај органског угљеника у % вредности коефицијента варијације незнатно прелазе границу којом су вредности аритметичке средине означене као недовољно репрезентативне.

Анализа коефицијената варијације показује да средња вредност садржаја резерве органског угљеника за локалитете који обухватају ниске планине од 500-1.000 m надморске висине, која износи 138,03 t/ha, односно 3,56 %, није довољно репрезентативна у овој групи.

Анализа коефицијената варијације показује да средња вредност садржаја резерве органског угљеника за локалитете који обухватају средње планине од 1.000-2.000 m надморске висине, која износи 161,98 t/ha, односно 3,84 %, није довољно репрезентативна у овој групи.

Анализа резултата истраживања показују да резерва садржаја органског угљеника расте са порастом надморске висине. Највеће средње вредности садржаја измерене су на терену који обухвата планине са надморским висинама од 1.000-2.000 m и који обухвата површину 11,5 % територије Републике Србије. Ова појава објашњава се тиме што се са повећањем надморске висине смањује температура земљишта и тиме се успорава микробиолошка активност, па имамо појаву акумулације и смањења минерализације органске материје. Као резултат свега је повећање садржаја органске материје у земљишту чак до 50 % у неким кречњачким црницама (калкомеланосол) (Ђорђевић, 1993).

Најниже вредности резерве органског угљеника су у подручју низија где имамо и највећи број локалитета. Интересантан податак представља резултат садржаја резерве органског угљеника у земљишту до 100 cm дубине у t/ha, који је већи у низијама него на брежуљкасто-брдском терену. Разлоге треба тражити у дистрибуцији локалитета према начину коришћења и типу земљишта, при чему је садржај мањи у низијама на дубини до 30 cm од садржаја на брежуљкасто-брдском терену. Резултат добијен прорачуном до 30 cm дубине у низијама објашњава се начином коришћења земљишта у интензивној пољопривредној производњи. Највећи део територије Републике Србије припада надморским висинама од 200-1.000 m (52,8 %) за коју је израчуната средња вредност садржаја у класи средњег садржаја (2,0-6,0 %) са вредношћу 2,7 %.

Истраживања су показала да је већа варијабилност резултата садржаја органског угљеника на већим надморским висинама и највећа је на терену који обухвата ниске планине од 500-1.000 m надморске висине.

7.6 УТВРЂИВАЊЕ САДРЖАЈА УКУПНОГ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА НА ОРАНИЦАМА И ПАШЊАЦИМА

Утврђивање садржаја укупног органског угљеника у земљишту реализовано је на 68 локалитета на ораницама и пашњацима на територији Републике Србије без територије АП Косово и Метохија у мрежи $50 \times 50 \text{ km}^2$, при чему један локалитет репрезентује 2.500 km^2 . Анализа садржаја укупног органског угљеника (%) на обрадивом земљишту показује средњу вредност 1,9 % која припада класи ниског садржаја (1,01-2,0 %). Анализа садржаја укупног органског угљеника (%) на пашњацима показује средњу вредност 2,7 % која припада класи средњег садржаја (2,01-6,0 %).

За потребе поређења резултата на нивоу Европе анализиран је статистички параметар медијана. На обрадивом земљишту медијана има вредност 1,8 %, што одговара вредностима добијеним на подручју Европе, док је вредност медијане на пашњацима 2,2 %, што је мање него за подручје Европе. Овим испитивањем може се извести закључак да су пашњаци на територији Републике Србије сиромашнији укупним органским угљеником у односу на просек за подручје Европе. Разлог треба тражити у спровођењу адекватних мера за одржавање и повећање приноса пашњака које обухватају избор трава, избор ђубрива и њихова благовремена примена, правилна организација испаше, правовремено чишћење остатака паше на пашњаку, спречавање развоја и ширења корова и зељастих биљака итд. Ипак је потребно нагласити да је варијабилност резултата садржаја органског угљеника велика, што нас наводи на закључак да је садржај органског угљеника условљена просторним распоредом пашњака.

8. ПРЕПОРУЧЕНЕ ПРАКСЕ У УПРАВЉАЊУ САДРЖАЈЕМ ОРГАНСКОГ УГЉЕНИКА У ЗЕМЉИШТУ

Резерве органског угљеника, односно органске материје на обрадивом земљишту могу бити очуване и/или повећане одговарајућим мерама (конзервацијском обрадом, применом стајњака, заоравањем остатака са минералним ђубривима и у неким случајевима плодоредом) (Manojlovic et al., 2008).

Управљање органским угљеником у земљишту које има вишеструки ефекат на глобалном и локалном нивоу треба да прати следеће принципе:

1. *Интегрални системски приступ заснован на карактеристикама подручја*

Само ако се користи такав приступ могу да се прате и обрачунавају доприноси различитих начина коришћења земљишта (Tomich et al., 2011). Наша истраживања су показала да је за све категорије начина коришћења земљишта присутна велика варијабилност резултата садржаја органског угљеника у земљишту. Закључак који се намеће је да је садржај органског угљеника условљен у већој мери другим факторима као што су тип земљишта, климатски елементи, надморска висина. Овакве закључке можемо наћи и у неким истраживањима где се наводи сличан ниво залиха органског угљеника у земљишту међу различитим начинима коришћења земљишта (Smith et al., 2001). Различите студије са фокусом на управљање органским угљеником у земљишту које се односе на једну компоненту система, као што је нпр. обрадиво земљиште, могу довести до погрешних закључака ако спољашњи фактори нису узимани у обзир, односно компензациони ефекти могу превазићи посматране ефекте. Ово нас наводи на праћење не само спољашњих фактора који се односе на услове средине, већ и на шире посматрање система уопште. Компензација за смањење приноса кроз даље проширење обрадивих површина земљишта је очигледан пример. Уколико се земљиште не обрађује, може доћи до скромних добити у резервама органског угљеника у земљишту, али и значајних смањења приноса, тако да у исто време имамо укупни негативни ефекат на резерве органског угљеника зато што ће више земљишта бити потребно за узгој исте количине усева (De Sanctis et al., 2012).

2. *Управљање органским угљеником у земљишту треба да буде адаптирано на локалне климатске услове, типове земљишта и карактеристике пољопривредне производње*

Не постоји једно одговарајуће решење за управљање органским угљеником у земљишту. Оптимална стратегије зависи од локалних услова, а објашњење је једноставно, локални услови снажно утичу на динамику органског угљеника у земљишту. Наше истраживање је показало

различиту зависност садржаја органског угљеника у земљишту од средње годишњих температура, средње годишњих количина падавина и надморске висине на различитим подручјима. Разлике су значајне, а од свих анализираних подручја најбоље објашњена и значајна статистичка зависност испитиваних променљивих је на подручју централне Србије, јужни део територије града Београда и Шумадија са територијом града Крагујевца. Ово подручје је из тог разлога погодно за даља детаљнија истраживања. Закључак се такође изводи и на основу анализе која је обухватила две референтне групе земљишта Cambisol и Leptosol, код којих је праћен ефекат дејства два фактора и то начина коришћења земљишта (пољопривредно и шумско) и утицаја референтне групе. Закључено је да начин коришћења и референтна група земљишта имају готово идентичан ефекат дејства на варијабилитет садржаја органског угљеника у земљишту. Истраживања показују да услови и статус резерве органског угљеника у земљишту треба да буду пажљиво процењени пре него што се предложи промене у управљању земљиштем.

3. Органски угљеник у земљишту је лакше (и вероватно јефтиније) очувати него повратити

Иако је пожељно да се деградирана животна средина обнови, још је важније да се спречи даља деградација. Предности заштите резерви органског угљеника у земљишту могу изгледати очигледне из научне перспективе, али заштиту није лако постићи. Развој стратегије води до укључивање заштите у животне навике локалног становништва, што представља велики изазов. У неким случајевима, овај изазов се може превазићи само значајним финансијским подстицајима који ће омогућити компензацију за могуће трошкове (Lipper et al., 2010).

4. Повећање приноса и враћање плодности земљишта уз адекватну примену хранљивих материја из хемијских ђубрива, стајњака, компоста или комбинација (заједно са интегрисаним управљањем штеточинама и управљањем и очувањем земљишне влаге) су главне компоненте доброг управљања органским угљеником у земљишту

Продуктивност у производњи усева треба увек да буде кључни критеријум евалуације када се разматрају алтернативе за управљањем обрадивим земљиштем. Два важна негативна ефекта ниске продуктивности су: резерве органског угљеника у земљишту су ниже и биће потребно више земљишта за пољопривредну производњу, чиме се даље смањују природне залихе органског угљеника у земљишту. Веће резерве органског угљеника у земљишту су колико индикатор доброг управљања земљиштем, толико и предуслов за побољшање пољопривредне производње.

5. Циљеви који се односе на земљиште и животну средину треба да буду брижљиво постављени

У условима када је систем деградиран тешко је постићи значајне добитке у продуктивности пољопривредне производње и одржању резерве органског угљеника у земљишту чак и ако се

системом добро управља. У оваквим системима главни циљ треба да буде да се одржи постојећа резерва органског угљеника у земљишту и пољопривредна производња.

6. *Постањени циљеви треба да су реалистични*

Након почетног ентузијазма, сада је јасно да чак и најбоље алтернативне технике управљања земљиштем могу довести до скромних повећања резерви органског угљеника у земљишту и то у зависности од локалних климатских услова, типа земљишта, топографије и система управљања. Ипак, изгледа да су последња истраживања, која су показала да глобална добит у резервама органског угљеника у земљишту (кроз управљање земљиштем) може да пређе 1 Pg годишње само на површинама под усевима (Paustian et al., 1997; Lal, 2004, 2010), превише оптимистична. Ови добици одговарају на годишњем нивоу секвестрационој стопи од 0,6 Mg /ha угљеника у земљишту на свим површинама под усевима на свету. Експериментални подаци указују да ова стопа може да се добије локално (под најбољим могућим условима) за неколико деценија, али регионална истраживања показују да то није глобално оствариво (Christopher et al., 2009). Постављање циљева за повећање садржаја органског угљеника у земљишту у нашем случају треба да се базира на резултатима који нам показују да су наша земљишта углавном са ниским садржајем органског угљеника. Такође, категорију веома ниског садржаја има чак 18,9 % испитаних локалитета. Изводи се закључак да примењивање техника управљања земљиштем у циљу повећања органског угљеника у земљишту има ограничавајући фактор који, у нашем случају, представља почетни статус резерве органског угљеника у земљишту.

7. *Секвестрација угљеника може да обезбеди вишеструки бенефит*

Одржавање односно подизање резерви органског угљеника још увек није економски одрживо у већини случајева. Ипак, то доноси предности генерацијама које долазе. Ове предности могу да се односе на повећање приноса (кроз боље управљање ђубривима), смањење рада (кроз концентрисану биљну производњу на мањим подручјима) или очување биодиверзитета (Bekessy and Wintle, 2008).

Такође је важно напоменути да се дуготрајан процес стицања органског угљеника у земљишту може изгубити веома брзо када дође до ситуације да се пракса управљања земљиштем, која је повећала садржај органског угљеника у земљишту, напусти (Dick et al., 1998).

9. ЗАКЉУЧЦИ

Процена резерве органске материје у земљиштима Републике Србије извршена је на основу садржаја органског угљеника у земљишту и измерене односно процењене запреминске масе земљишта. Такође, испитана је зависност садржаја органског угљеника у земљишту од типа земљишта, климатских елемената и надморске висине, морфометријских карактеристика рељефа и начина коришћења земљишта.

На основу добијених резултата изведени су следећи закључци:

Резерве органског угљеника у земљиштима на територији Републике Србије, добијене на основу средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту и територије земље, су 0,69 Pg на дубини до 30 cm, односно 1,13 Pg за дубину до 100 cm. Уколико се процена врши на основу средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту за сваку WRB референтну групу и површине референтних група, резерве органског угљеника показују вредности од 0,71 Pg на дубини до 30 cm, док резултати анализе резерве органског угљеника до 100 cm дубине показују вредности 1,16 Pg.

Поредећи резултат добијен на основу процене која је дата на Европском нивоу где је резерва органског угљеника у земљишту до 30 cm дубине за територију Републике Србије са територијом Косова и Метохије процењена на вредност од 1 Pg, вредност добијена истраживањем сразмерно територији је мања и износи 79,3 % процењене вредности, односно 81,6 % процењене вредности када је резерва рачуната на основу средње вредности садржаја органског угљеника у земљишту за референтне групе и површина референтних група. Уколико се пореди добијена вредност са процењеним вредностима у региону, може се закључити да је резерва органског угљеника у Републици Србији већа у односу на Републику Хрватску, Босну и Херцеговину, Републику Македонију, Републику Словенију, Црну Гору и Грчку и мања од процењене вредности за Мађарску, Румунију и Бугарску.

Процењена површина на којој је пронађен веома низак садржај органског угљеника (<1 %) у земљишту је 1,26 % или 97.198,90 ha.

Приликом прорачуна резерви органског угљеника у земљишту за WRB референтне групе земљишта, утврђене су највеће вредности органског угљеника у LP-Leptosol-у са средњим вредностима на дубини до 30 cm од 151,33 t/ha, односно 178,95 t/ha на дубини до 100 cm. Процењени садржај органског угљеника у % припада класи средњег садржаја (2,01-6,0 %) и има вредност 3,96 % на дубини до 30 cm, док је вредност на дубини до 100 cm 1,40 %. Најмање резерве органског

угљеника утврђене су за AR-Arenosol са средњим вредностима на дубини до 30 cm од 41,78 t/ha, односно 96,03 t/ha на дубини до 100 cm. Вредност садржаја органског угљеника у % припада класи веома ниског садржаја (<1 %) и има вредност 0,88 % на дубини до 30 cm, док је вредност на дубини до 100 cm 0,58 %.

Истраживања су показала да је највећа варијабилност резултата садржаја органског угљеника у оквиру референтних група LP-Leptosol и RG-Regosol.

Прорачун резерве органског угљеника у земљишту у зависности од начина коришћења земљишта показује да је резерва органског угљеника већа у шумама и полуприродним подручјима у односу на пољопривредне површине. Истраживања су показала да је за све категорије начина коришћења земљишта присутна велика варијабилност резултата. Прорачун губитка резерве органског угљеника у земљишту на подручјима где је извршена пренамена пољопривредних површина, шума и полуприродних подручја у урбано земљиште, без категорије зелена урбана подручја, у периоду 1990-2006. године на дубини до 30 cm показује укупне вредности 0,92 Mt C, односно 1,49 Mt C за дубину до 100 cm. Добијени резултати указују да инвентар земљишног покривача постаје све значајнија информација у времену у коме се нагло подиже свест о ограничености животне средине и природних ресурса. Тематска тачност картографских података обезбеђује квалитет и поузданост информација о земљишном покривачу.

Утврђивање статистичке зависности садржаја органског угљеника у земљишту од основних климатских елемената температуре и падавина, као и надморске висине показује да постоји средње јака до јака статистичка зависност ових параметара са садржајем органског угљеника у земљишту. Утврђени садржај органског угљеника у земљишту има већу варијабилност резултата до 30 cm дубине у односу на резултате до 100 cm дубине на свим подручјима. Резултати су показали да температура као фактор доприноси у знатно већој мери варијабилности садржаја органског угљеника у земљишту од количине падавина.

Прорачун резерве органског угљеника у земљишту у зависности од морфометријских карактеристика рељефа показује да резерва расте са порастом надморске висине. Највеће средње вредности измерене су на терену који обухвата планине са надморским висинама од 1.000-2.000 m и који обухвата 11,5 % испитиване територије. Најмањи добијени резултат везан је за подручја низија где имамо и највећи број локалитета.

Већа варијабилност резултата садржаја органског угљеника утврђена је на већим надморским висинама и највећа је на терену који обухвата ниске планине од 500-1.000 m надморске висине.

Анализом садржаја укупног органског угљеника на ораницама и пашњацима на подручју Републике Србије утврђен је низак садржај на ораницама од 1,9 % и средњи садржај на пашњацима од 2,7 %. Вредност медијане на обрадивом земљишту је 1,8 %, што одговара вредностима добијеним

на подручју Европе, док је вредност медијане на пашњацима 2,2 %, што је мање него за подручје Европе.

Добијени резултати представљају вредну информацију о садржају органског угљеника у земљиштима Републике Србије. Методологија којом је вршен прорачун органског угљеника до 30 и 100 cm дубине представљаће основу за израду индикатора којим ће се на националном нивоу извештавати о статусу органског угљеника у земљишту. Добијени резултати омогућавају свеобухватни приказ резерве органског угљеника на територији Републике Србије и упоредиви су на међународном нивоу.

10. ЛИТЕРАТУРА

1. **Alvarez, R., Lavado, R.S. 1998.** Climate, organic matter and clay content relationships in the Pampa and Chaco soils. Argentina, *Geoderma* 83: 127–141.
2. **Altermann, M., Rinklebe, J., Merbach, I., Körschens, M., Langer, U., Hofmann, B. 2005.** Chernozem — soil of the year 2005. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168:(6), 725-740.
3. **Amundson, R. 2001.** The carbon budget in soils. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 29: 535– 562.
4. **Антоновић, Г., Богдановић, М., Живановић, Ж., Ђоровић, Р., Трифуновић, М., Јањић, М., Павићевић, Н. 1975.** Земљишта панчевачког рита. Градска геодетска управа, Београд.
5. **Антоновић, Г., Богдановић, М., Живановић, Ж., Ђоровић, Р., Трифуновић, М. 1976.** Земљишта југоисточног Срема. Институт за проучавање земљишта у Топчидеру, Београд.
6. **Антоновић, Г., Никодијевић, Б., Павићевић, Н. Танасијевић, Ђ. 1968.** Земљишта Старог Влаха и Рашке. Институт за проучавање земљишта у Топчидеру, Београд.
7. **Антоновић, Г., Никодијевић, В., Танасијевић, Ђ., Војиновић, Љ., Алексић, Ж., Павићевић, Н., Филиповић, Ђ., Јеремић, М. 1974.** Земљишта басена Тимока. Институт за проучавање земљишта у Топчидеру, Београд.
8. **Антоновић, Г., Никодијевић, В., Танасијевић, Ђ., Војиновић, Љ. 1975.** Земљишта браничевско-звишке области и Хомоља. Институт за проучавање земљишта у Топчидеру, Београд.
9. **Антоновић, Г., Мрвић, В. едт. 2008.** Земљишта слива Нишаве. Институт за земљиште, Београд .
10. **Acutis M., Donatelli M. 2003.** SOILPAR 2.00: software to estimate soil hydrological parameters and functions. *European Journal of Agronomy*, Volume 18: 373-377.
11. **Bekessy, S.A., Wintle, B.A. 2008.** Using carbon investment to grow the biodiversity bank. *Conservation Biology* 22, 510-513.
12. **Barančíková, G. 2002.** Monitoring of content and quality of soil organic matter. In: Kobza (ed.): *Soil Monitoring of Slovak Republic. Present state and development of monitored soil properties. The results of Partial Monitoring System – Soil as a part of Environment Monitoring of Slovak Republic for period 1997-2001.* Bratislava: 54-73.
13. **Baritz, R. 1998.** Kohlenstoffvorräte der Waldböden Deutschlands. Abschlussbericht zum BML Forschungsprojekt UNCED Follow-up CO2-Bindung in Waldböden. Arbeitsbericht des Instituts für Forstökologie und Walderfassung Nr. 98/1, Eberswalde.
14. **Baritz, R., Adler, G.H., Wolff, B., Wilke B.M. 1999.** Carbon in German forest soils and its relation to climate change. *Zeitschrift für Angewandte Geologie*, 45 (4): 218-227.
15. **Batjes, N.H. 1996.** Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, 47 (2). 151–163. (<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2389.1996.tb01386.x>)
16. **Batjes, N.H., Sombroek, W.G. 1997.** Possibilities for carbon sequestration in tropical and subtropical soils. *Global Change Biology*, 3 (2): 161-173.
17. **Batjes, N.H. 2002.** Carbon and nitrogen stocks in the soils of central and Eastern Europe. *Soil Use and Management*, 18: 324–329.
18. **Bauer, A., Black, A.L. 1994.** Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. *Soil Science Society of America Journal*, 58: 185–193.
19. **Belanović, S., Perović, V., Vidojević, D., Kostadinov, S., Knežević, M., Kadović, R., Košanin, O. 2013.** Assessment of soil erosion intensity in Kolubara district, Serbia. *Fresenius Environmental Bulletin*, Volume 22, No 5a: 1556 – 1563.

20. **Bellamy, P. H., Loveland, P. J., Bradley, R. I., Lark, R. M., and Kirk, G. J. D. 2005.** Carbon losses from all soils across England and Wales 1978–2003. *Nature*, 437: 245–248.
21. **Белић, М., Хаџић, В., Убавић, М., Нешић, Л., Секулић, П., Гајић, В. 1999.** Effect of ameliorating practices on adsorption capacity in arenosol. *Зборник радова Научног института за ратарство и повртарство*, 32: 263-270.
22. **Belić, M., Manojlović, M., Nešić, Lj., Ćirić, V., Vasin, J., Benka, P., Šeremešić S. 2013.** Pedoecological Significance of Soil Organic Carbon Stock in Southe-Eastern Panonnian Basin. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 8(1): 171–178.
23. **Bernoux, M., Carvalho, M.D.S., Volkoff, B., Cerri, C.C. 2002.** Brazils soil carbon stocks. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66, 888-896.
24. **Billett, M.F., Fitzpatrick, E.A., Cresser, M.S. 1990.** Changes in the carbon and nitrogen status of forest soil organic horizons between 1949/50 and 1987. *Environ. Pollut.* 66: 67-79.
25. **Bogdanović, D., Šeremešić, S., Milošev, D. 2008.** Soil chemical properties of chernozem and nitrogen balance at two-field crop rotation. *Летопис научних радова, Пољопривредни факултет Нови Сад*, 32(1): 35-42.
26. **Bouma, J. 1989.** Using soil survey data for quantitative land evaluation. *Adv. Soil Sci.* 9: 177-213.
27. **Breulmann, M. 2011.** Functional soil organic matter pools and soil organic carbon stocks in grasslands - An ecosystem perspective. PhD thesis. Institut für Bodenkunde, Leibniz Universität Hannover.
28. **Bronick, C.J., Lal, R. 2005.** Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124: 3-22.
29. **Buckman, H.O., Brady, N.C. 1960.** The nature and properties of soils. Macmillan, New York: 152, 565.
30. **Buringh, P. 1984.** Organic carbon in soils of the world. In: Woodwell, G.M. (Ed.), *The Role of Terrestrial Vegetation in the Global Carbon Cycle*. SCOPE 23. Wiley, Chichester: 41–109.
31. **Burke, I.C. 1999.** Spatial variability of soil properties in the shortgrass steppe: the relative importance of topography, grazing, microsite, and plant species in controlling spatial patterns. *Ecosystems*, 2: 422–438.
32. **Burke, I.C., Yonker, C.M., Parton, W.J., Cole, C.V., Flach, K., Schimel, D.S. 1989.** Texture, climate, and cultivation effects on soil organic matter content in US grassland soils. *Soil Science Society of America Journal*, 53: 800– 805.
33. **Burley, T. M. 1961.** Land use or land utilization? *Professional Geographer*, 14(5): 1820.
34. **Callesen, I., Liski, J., Raulund-Rasmussen, K. 2003.** Soil carbon stores in Nordic well-drained forest soils—relationships with climate and texture class. *Global Change Biology*, 9: 358–370.
35. **CEC, 1994.** CORINE Land Cover Technical Guide. Luxembourg (Office for Official Publications of European Communities).
36. **CEC. 2002.** Towards a Thematic Strategy for Soil Protection. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Bruxelles, 16.4.2002 COM(2002) 179 final: 35.
37. **Цветковић, Љ. 2006.** Пословна статистика. Нови Сад, Фудура публикације, ISBN 86-7188-064-8.
38. **Chaplot, V., Bouahom, B., and Valentin, C. 2009.** Soil organic carbon stocks in Laos: spatial variations and controlling factors. *Glob. Change Biol.*, 16, 1380–1393.
39. **Chen, Y., Tessier, S., Rouffignat, J. 1998.** Soil bulk density estimation for tillage systems and soil textures. *Transactions of the ASAE*, 41: 1601-1610.
40. **Christopher, S.F., Lal, R., Mishra, U., 2009.** Regional Study of No-till Effects on Carbon Sequestration In the Midwestern United States. *Soil Science Society of America Journal* 73, 207-216.
41. **Civeira, G., Julieta I., Peana R.P. 2012.** Soil Organic Carbon in Pampean Agroecosystems: Horizontal and Vertical Distribution Determined by Soil Great Group. *Soil Horizons* 53: 43-49.
42. **Cole, C.V., Duxbury J., Freney J., Heinemeyer, O., Minami, K., Mosier, A., Paustian, K., Rosenburg, N., Sampson, N., Sauerbeck, D., Zhao, Q. 1997.** Global estimates of potential

- mitigation of greenhouse gas emissions by agriculture. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 49 (1-3): 221-228.
43. **Чувардић, М., Белић, М., Нешић, Љ., Васин, Ј., Шеремешкић, С. 2005.** Утицај органске и конвенционалне производње на садржај органске материје у чернозему. *Летопис научних радова*, Година 29, број 1: 187-194.
 44. **Ђирић, М. 1984.** Педологија. Свјетлост, Сарајево р. 311.
 45. **Ђирић, М. 1991.** Педологија. Свјетлост, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево.
 46. **Ђирић, В. 2008.** Водно-физичка својства чернозема, као чинилац плодности у производњи кукуруза. Магистарски рад, Пољопривредни факултет, Нови Сад, р. 173.
 47. **Ђирић, В. 2013.** Квалитативне и квалитативне карактеристике органске материје различитих типова земљишта. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Нови Сад, р. 159.
 48. **Dai, W., Huang, Y. 2006.** Relation of soil organic matter concentration to climate and altitude in zonal soils of China. *Elsevier, Catena*, 65: 87 – 94.
 49. **DeGryze, S., Six, J., Paustian, K., Morris, S.J., Paul, E.A., Merckx, R. 2004.** Soil organic carbon pool changes following land-use conversions. *Global Change Biol.*, 10, 1120–1132.
 50. **De Sanctis, G., Roggero, P.P., Seddaiu, G., Orsini, R., Porter, C.H., Jones, J.W. 2012.** Long-term no tillage increased soil organic carbon content of rain-fed cereal systems in a Mediterranean area. *European Journal of Agronomy* 40, 18-27.
 51. **Dick, W.A., Blevins, R.L., Frye, W.W., Peters, S.E., Christenson, D.R., Piece, F.J., Vitosh, M.L. 1998.** Impacts of agricultural management practices on C sequestration in forest-derived soils of the eastern Corn Belt. *Soil Tillage & Res.* 47: 235-244.
 52. **Dragicevic, S., Filipović, D., Kostadinov, S., Živković, N., Anđelković, B., Abolmasov, B. 2011.** Natural Hazard Assessment for Land-use Planning in Serbia. *International Journal of Environmental Research*, 5(2): 371-380.
 53. **Дугалић, Г., Гајић, Б. 2012.** Педологија. Универзитет у Крагујевцу, Агрономски факултет у Чачку.
 54. **Ђорђевић, А. 1993.** Генеза, класификација и особине земљишта кречњачког масива Рајца као основе за њихово рационалније коришћење. Магистарска теза, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду.
 55. **Easterling, D.R., Peterson, T.C., Karl, T.R. 1996.** On the development and use of homogenized climate data sets. *Journal of Climate*, 9: 1429-1434.
 56. **ЕССР (European Climate Change Programme). 2003.** Working group sinks related to agricultural soils. Final report: 76.
 57. **ЕЕА, 1995.** Europe's Environment: The Dobbris Assessment. Chapter 7: Soil. European Environmental Agency, Copenhagen: 146-171.
 58. **ЕЕА, 2000.** CORINE Land Cover Technical Guide - Addendum 2000. Technical Report No. 40, København.
 59. **ЕЕА, European Topic Center Terrestrial Environment. 2002.** CORINE Land Cover update I&CLC 2000 project Technical Guidelines. Final Version, København.
 60. **EGS-EuroGeoSurveys Geochemistry Working Group. 2008.** EuroGeoSurveys geochemical mapping of agricultural and grazing land in Europe (GEMAS) - Fieldmanual. Norges Geologiske Undersøkelse Report, 2008.038; available on the internet at:http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2008/2008_038.pdf: 46.
 61. **Eswaran, H., Van Den Berg, E., Reich, P. 1993.** Organic carbon in soils of the world. *Soil Science Society of America Journal* 57: 192–194.
 62. **Evrendilek, F., Wali, M. 2001.** Modelling long-term C dynamics in croplands in the context of climate change: a case study from Ohio. *Environmental Modelling and Software*, 16(4): 361–375.
 63. **Falloon, P.D., Smith, P., Smith, J.U., Szabó, J., Coleman, K., Marshall, S. 1998.** Regional estimates of carbon sequestration potential: linking the Rothamsted carbon model to GIS databases. *Biology and Fertility of Soils*, 27: 236-241.

64. **FAO. 2001.** Soil carbon sequestration for improved land management. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
65. **Feranec, J., Otahe, J. 2001.** Land Cover of Slovakia. Bratislava.
66. **Филиповски, Г. 1974.** Педологија. Универзитет у Скопљу.
67. **Finzi, A.C., Breemen, N.V., Canham, C.D. 1998.** Canopy tree soil interactions within temperate forests: tree species effects on soil carbon and nitrogen. *Ecological Applications*, 8: 440–446.
68. **Freibauer, A., Rounsevell, M.D.A., Smith, P., Verhagen, J. 2004.** Carbon sequestration in European agricultural soils. *Geoderma*, 122: 1-23.
69. **Ganuza, A., Almendros, G. 2003.** Organic carbon storage in soils of the Basque Country (Spain): the effect of climate, vegetation type and edaphic variables. *Biology and Fertility of Soils*, 37: 154–162.
70. **Garrett, R.G. 1969.** The determination of sampling and analytical errors in exploration geochemistry. *Economic Geology*, 64: 568-574.
71. **Garrett, R.G. 1973.** The determination of sampling and analytical errors in exploration geochemistry - a reply. *Economic Geology*, 68: 282-283.
72. **Garrett, R.G. 1983.** Sampling methodology. *Statistics and Data Analysis in Geochemical Prospecting*, R.J. Howarth (Editor), Vol. 2, Chapter 4. G.J.S. Govett (Editor), *Handbook of Exploration Geochemistry*. Elsevier, Amsterdam: 83-110.
73. **Garten, C.T., Post, W.M., Hanson, P.J., Cooper, L.W. 1999.** Forest soil carbon inventories and dynamics along an elevation gradient in the southern Appalachian Mountains. *Biogeochemistry*, 45: 115–145.
74. **Gijsman, A.J., Jagtap, S.S., Jones, J.W. 2002.** Wading through a swamp of complete confusion: How to chose a method for estimating soil water retention parameters for crop models. *Eur. J.Agron.* 18: 75-105.
75. **Gobin, A., Campling, P., Janssen, L., Desmet, N., van Delden, H., Hurkens, J., Lavelle, P., Berman, S. 2011.** Soil organic matter management across the EU – best practices, constraints and trade-offs. Final Report for the European Commission’s DG Environment: 34
76. **Grigal, D., Vance, E.D. 2000.** Influence of soil organic matter on forest productivity. *New Zealand Journal of Forestry Science*, Vol. 30, No 1/2: 169-205.
77. **Grigal, D., Ohmann, L.F., 1992.** Carbon storage in upland forestland of the lake states. *Soil Science Society of America Journal*, 56: 935–943.
78. **Guo, L.B., Gifford, R.M. 2002.** Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology*, 8: 345-360.
79. **Halliday, J.C., Tate, K.R., McMurtrie, R.E., Ross, E., Scott, N.A. 2003.** Mechanisms for changes in soil carbon storage with pasture to *Pinus radiata* land-use change. *Global Change Biology*, 9: 1294-1303.
80. **Хаџић, В., Белић, М., Убавић, М., Секулић, П., Нешић, Љ. 1997.** Утицај мелиоративних мера на промену хемијских својстава ареносола. Уређење, коришћење и очување земљишта, Зборник радова 9. конгреса за проучавање земљишта, 23-27 јуни, Нови Сад, п. 248-258.
81. **Хаџивуковић, С. 1991.** Статистички методи с применом у пољопривредним и билошким истраживањима (уџбеник). Пољопривредни факултет, Институт за економику пољопривреде и социологију села, Нови Сад, Република Србија.
82. **Невиаа, G.G., Buschiazzoa, D.E., Heppera, E.N. 2003.** Organic matter in size fractions of soils of the semiarid Argentina: Effects of climate, soil texture and management. *Geoderma*, 116: 265– 277.
83. **Неyman, Y., Steenmans, Ch., Croissille, G., Bossard, M. 1994.** Corine Land Cover –Technical Guide. Luxembourg, Official Publications of the EC.
84. **Hiederer, R. 2009.** Distribution of Organic Carbon in Soil Profile Data. EUR 23980 EN. Luxembourg. Office for Official Publications of the European Communities: 126.
85. **Homann, P.S., Sollins, P., Chappell, H.N., Stangenberger, A.G. 1995.** Soil organic carbon in a mountainous, forested region: relation to site characteristics. *Soil Science Society of America Journal*, 59: 1468– 1475.

86. **Hontoria, C., Rodriguez-Murillo, J.C., Saa, A. 1999.** Relationships between soil organic carbon and site characteristics in peninsular Spain. *Soil Science Society of America Journal*, 63: 614–621.
87. **Houghton, R.A. 1995.** Changes in the storage of terrestrial carbon since 1850. In: Lal, R., Kimble, J., Levine, E., Stewart, B.A. (Eds.), *Soils and Global Change*. CRC Lewis Publishers, Boca Raton, FL: 45–65.
88. **Huggins, D.R., Buyanovsky, G.A., Wagner, G.H., Brown, J.R., Darmody, R.G., Peck, R.T., Lessoing, G.W., Vanotti, M.B., Bundy, L.G. 1998.** Soil organic C in the tallgrass prairiederived region of the corn belt: effects of long-term crop management. *Soil & Tillage Research*, 47: 219-234.
89. **IBM SPSS statistics 20.** Пољопривредни факултет, Београд, Република Србија.
90. **IGBP-DIS, 2000.** Global Soil Data Products CD-Rom. Global Soil Data Task, International Geosphere-Biosphere Programme, Data and Information System, Potsdam, Germany. Sourced from Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center, Oak Ridge, Tennessee, USA. URL: <http://www.daac.ornl.gov/SOILS/guides/igbp-surfaces.html>.
91. **IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.** Synthesis Report. IPCC Secretariat: Geneva, Switzerland. 73.
92. **Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2010. годину, 2011.** Министарство животне средине, рударства и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине, Доступно на сајту: <http://www.sepa.gov.rs/>
93. **IUSS Working Group WRB. 2007.** World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome. http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/images/resources/pdf_documents/wrb2007_red.pdf
94. **Ковачић, З. 1994.** Мултиваријациона анализа. Економски факултет, Београд.
95. **ЈДПЗ, 1966.** Приручник за испитивање земљишта. Књига I, Хемијске методе испитивања земљишта, Београд: 41-44.
96. **ЈДПЗ, 1997.** Приручник за испитивање земљишта. Методе истраживања и одређивања физичких својстава земљишта, Београд: 17-32.
97. **Jenkinson, D.S., Rayner, J.H. 1977.** The turnover of soil organic matter in some of the Rothamsted Classical Experiments. *Soil Science*, 123: 298-305.
98. **Jenny, H. 1980.** The Soil Resource: Origin and Behavior. *Ecological Studies*, Vol. 37. Springer-Verlag, New York.
99. **Jenny, H., Gessel, S.P., Bingham, F.T. 1949.** Comparative study of decomposition of organic matter in temperate and tropical regions. *Soil Science*, 68: 419– 432.
100. **Jobbagy, E.G, Jackson, R.B. 2000.** The Vertical Distribution of Soil Organic Carbon and Its Relation to Climate and Vegetation. *Ecological Applications*, Vol. 10, No. 2.: 423-436.
101. **Jones, R.J.A., Hiederer, R., Rusco, E., Loveland, P.J., Montanarella, L. 2004.** The map of organic carbon in topsoils in Europe, Version 1.2, September 2003: Explanation of Special Publication, Ispra, No.72 (S.P.I.04.72). European Soil Bureau Research Report No.17, EUR 21209 EN: 26. and 1 map in ISO B1 format. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
102. **Jones, R.J.A., Hiederer, R., Rusco, E., Montanarella, L. 2005.** Estimating organic carbon in the soils of Europe for policy support. *European Journal of Soil Science*, 56: 655-671.
103. **Jongerius, A. 1957.** Morphologische enderzoekingen over de bodenstructuur. *Bodemk. Studies No 2*, Wageningen.
104. **Kadović, R., Belanović, S., Knežević, M., Danilović, M., Košanin, O., Beloica, J. 2012.** Organic carbon stock in some forest soils in Serbia. *Bulletin of the Faculty of Forestry* 105: 81-98.
105. **Kapos, V., Ravilious, C., Campbell, A., Dickson, B., Gibbs, H.K., Hansen, M.C., Lysenko, I., Miles, L., Price, J., Scharlemann, J.P.W., Trummer, K.C. 2008.** Carbon and biodiversity: a demonstration atlas. United Nations Environment Programme. World Conservation Monitoring Centre, UNEP-WCMC: Cambridge, UK.

106. **Kern, J.S., Turner, D.P., Dodson, R.F. 1998.** Spatial patterns in soil organic carbon pool size in the northwestern United States. In: Lal, R. (Ed.), *Soil Processes and the Carbon Cycle*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL: 29–43.
107. **Kimble, J., Cook, T., Eswaren, H. 1990.** Organic matter in soils of the tropics. Proc. Symp. Charact. Role Org. Matter Differ. Soils, Int. Congr. Soil Sci., 14th, Kyoto, Japan: 250–258.
108. **Kortleven, J. 1963.** Quantitative aspects of humus build-up and humus degradation (in Dutch). PhD thesis, Wageningen: 109.
109. **Kononova, M.M. 1975.** Humus of virgin and cultivated soils. In *Soil components* Springer Berlin Heidelberg, pp. 475-526.
110. **Kosmas, C., Kirkby, M., Geeson, N. 1999.** The Medalus project: Mediterranean desertification and land use. Project (ENV4 CT 95 0119) report. Directorate-General Science, Research and Development, Commission of the European Communities, EUR 18882: 87.
111. **Kovda, B.A. 1981.** Principle of Soil Science. Science press, Beijing, China (in Chinese, translated from Russian by Lu B et al).
112. **Krogh, L., Noergaard, A., Hermansen, M., Greve, M. H., Balstroem, T., Breuning-Madsen, H. 2003.** Preliminary estimates of contemporary soil organic carbon stocks in Denmark using multiple datasets and four scaling-up methods. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 96, 19–28.
113. **Kucharik, C.J., Roth, J.A., Nabelski, R.T. 2003.** Statistical assessment of a paired-site approach for verification of carbon and nitrogen sequestration on Wisconsin Conservation Reserva Program land. *Journal of Soil and Water Conservation*, 58: 58-67.
114. **Lal, R. 1991.** Soil structure and sustainability. *Jour. Sustain. Agric.*, 1: 67–92.
115. **Lal, R. 2003.** Offsetting global CO₂ emissions by restoration of degraded soils and intensification of world agriculture and forestry. *Land Degradation and Development*, 14 (3): 309-322
116. **Lal, R. 2004.** Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304, 1623-1627.
117. **Lal, R. 2010.** Beyond Copenhagen: mitigating climate change and achieving food security through soil carbon sequestration. *Food Security* 2, 169-177.
118. **Lal, R., Sanchez, P.A. 1992.** Myths and science of soils in the Tropics. SSSA Special Publication No. 29, American Society of Agronomy, Madison, USA.
119. **Лазаревић, Р. 1983.** Карта ерозије СР Србије 1:500.000. Институт за шумарство и дрвну индустрију, Београд.
120. **Лазаревић, Р. 2009.** Ерозија у Србији. Желнид, Београд.
121. **Laze, P., Kovaci, V. 1996.** Soil Erosion and Physic-Chemical Nature of Eroded Materials. Extended Abstracts. 9th Conference of the International Soil Conservation Organization (ISCO), Bonn, Germany: 90.
122. **Leifeld, J., Bassin, S., Fuhrer, J. 2003.** Carbon stocks and carbon sequestration potentials in agricultural soils in Switzerland. *Schriftenreihe der FAL* 44: 120.
123. **Leifeld, J., Bassin, S., Fuhrer, J. 2004.** Carbon stocks in Swiss agricultural soils predicted by land-use, soil characteristics and altitude. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105, 255-266.
124. **Lemenih, M., Itanna, F. 2004.** Soil carbon stocks and turnovers in various vegetation type and arable lands along an elevation gradient in southern Ethiopia. *Geoderma*, 123: 177–188.
125. **Lillesand, T., Kiefer, R. 1979.** Remote sensing and image interpretation. New York.
126. **Lipper, L., Dutilly-Diane, C., McCarthy, N. 2010.** Supplying Carbon Sequestration From West African Rangelands: Opportunities and Barriers. *Rangeland Ecology and Management* 63, 155-166.
127. **Lugato, E., Panagos, P., Bampa, F., Jones, A., Montanarella, L. 2014.** A new baseline of organic carbon stock in European agricultural soils using a modelling approach. *Global Change Biology*, 20: 313–326. doi: 10.1111/gcb.12292

128. **Малетић Р. 2000.** Априорне методе у класификацији општина у Србији. Монографија, задужбина Андрејевић, Београд, Република Србија.
129. **Манојловић, П., Драгићевић С., Мустафић, С. 2004.** Основне морфометријске карактеристике рељефа Србије. Гласник Српског географског друштва, Свеска LXXXIV - Бр.2, Београд.
130. **Манојловић, М., Аћин, В. 2007.** Глобалне промене климе и циклус угљеника у животној средини. Летопис научних радова, Пољопривредни факултет Нови Сад, 31(11): 187-195.
131. **Манојловић, М. 2008:** Ђубрење и заштита животне средине. Поглавље у монографији "Ђубрење у одрживој пољопривреди", уредник Маја Манојловић, Пољопривредни факултет, Нови сад: 118-136.
132. **Manojlović, M., Aćin, V., Šeremešić, S. 2008.** Long-term effects of agronomic practices on the soil organic carbon sequestration in Chernozem, Archives of Agronomy and Soil Science, 54:4: 353-367.
133. **Manojlović, M., Ćirić, V., Nešić, Lj., Belić, M. 2010a.** The importance of soil organic carbon for soil, agriculture and global climate change. Contemporary Agriculture, 59(1-2): 194-205.
134. **Manojlović, M., Ćabilovski, R., Sitaula, B. 2011.** Soil Organic Carbon in Serbian Mountain Soils: Effects of Land Use and Altitude. Polish Journal of Environmental Studies, 20: 977-986.
135. **Марковић, М. 1983.** Основи примењене геоморфологије. Геоинститут, Београд.
136. **Марковић, М., Павловић, Р., Чупковић, Т. 2003.** Геоморфологија. Рударско-геолошки факултет, Београд.
137. **Martin, M. P. , Wattenbach, M., Smith, P. Meersmans, J., Jolivet, C., Boulonne, L., Arrouays, D. 2011.** Spatial distribution of soil organic carbon stocks in France. Biogeosciences, 8, 1053–1065.
138. **Mensah, F.K., Schoenau, J.J., Malhi, S.S. 2003.** Soil carbon changes in cultivated and excavated land converted to grasses in east-central Saskatchewan. Biogeochem, 63:85–92.
139. **McGrath, S.P., Loveland, P.J. 1992.** The Soil Geochemical Atlas of England and Wales. Blackie Academic and Professional, London: 101.
140. **Miesch, A.T. 1976.** Geochemical survey of Missouri: methods of sampling, laboratory analysis and statistical reduction of data. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 954-A: 39.
141. **Mikhailova, E.A., Bryant, R.B., Vassenev, I.I., Schwager, S.J., Post, C.J. 2000.** Cultivation effects on soil carbon and nitrogen contents at depth in the Russian Chernozem. Soil Science Society of America Journal, 64(2): 738-745.
142. **Mikhailova, E.A., Post, C.J. 2006.** Organic carbon stocks in the Russian Chernozem. European Journal of Soil Science, Volume 57, Issue 3: 330-336.
143. **Milne, E., Easter, M., Cerri, C., E., Paustian, K., Williams, S. 2006.** Assessment of Soil Organic Carbon Stocks and Change at National Scale. Technical Report of The Global Environment Facility Co-financed Project No. GFL-2740-02-4381. <http://www.nrel.colostate.edu/projects/gefsoc-uk>
144. **Миљковић, Н. 1996.** Основи педологије. Природно-математички факултет, Институт за географију, Нови Сад.
145. **Morvan, X., Saby, N. P. A., Arrouays, D., Le Bas, C., Jones, R. J. A., Verheijen, F. G. A., Bellamy, P. H., Stephens, M., Kibblewhite, M. G. 2008.** Soil monitoring in Europe: A review of existing systems and requirements for harmonisation. Sci. Total Environ., 391, 1–12.
146. **Nelson, D.W., Sommers, L.E. 1982.** Total carbon, organic carbon and organic matter. U: Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Soil Science Society of America (2nd Ed). American Society of Agronomy: Madison, USA.
147. **Németh, T., Michéli, E., Pasztor, L. 2002.** Carbon Balances in Hungarian Soils. In: Lal R, Kimble JM, Follett RF (eds) Agriculture Practices and Policies for Carbon Sequestration in Soil, CRC Press, pp. 449-459.

148. **Несторов, И., Протић, Д. 2009.** Софне картирање земљишног покривача у Србији, ISBN 978-86-395-0603-2, Београд.
149. **Нешић, Љ., Пуцаревић, М., Секулић, П., Белић, М., Васин, Ј., Ћирић, В. 2008.** Основна хемијска својства у земљиштима Срема. Зборник радова Института за ратарство и повртарство, 45(2): 255-263.
150. **Nešić, Lj., Manojlović, M., Belić, M., Sekulić, P., Zeremski-Škorić, T., Vasin, J., Ćirić, V. 2009.** Soil monitoring in the Vojvodina Province (South Bačka region), Serbia. Thematic Scientific Conference: "Soil Protection Activities and Soil Quality Monitoring in South Eastern Europe", Bosnia and Herzegovina, Sarajevo, June 18th and 19th.
151. **Ni, J. 2001.** Carbon storage in terrestrial ecosystem of China: estimates at different spatial resolutions and response to climatic change. *Climatic Change* 49: 339–358.
152. **Nieder, R., Richter, J. 2000.** C and N accumulation in arable soils of West Germany and its influence on the environment – Developments 1970 to 1998. *J. Plant Nutrition Soil Sci.* 163: 65-72.
153. **Oades, J.M., Waters, A.G. 1991.** Aggregate hierarchy in soils. *Australian journal of Soil Research*, 29: 815-828.
154. **Ogle, S.M., Conant, R.T., Paustian, K. 2004.** Deriving grassland management factors for a carbon accounting method developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Environment Management*. 33 (4): 474-484.
155. **Orlova, N.E., Bakina, L.G. 2002.** Current processes of humus formation in cultivated soddy-podzolic soils. *Agrochimija* 11: 5-12.
156. **Pan, G., Li, L., Zhang, X. 2003.** Soil organic carbon storage of China and the sequestration dynamics in agricultural lands. *Advances in Earth Sciences* 18: 609– 618.
157. **Paul, E.A., Paustian, K., Elliott, E.T, Cole, C.V. 1997.** *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems*. CRC Press, New York.
158. **Paustian, K., Andren, O., Janzen, H.H., Lal, R., Smith, P., Tian, G., Tiessen, H., Van Noordwijk, M., Woome, P.L. 1997.** Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂ emissions. *Soil Use and Management* 13, 230-244.
159. **Paustian, K., Levine, E., Post, W.M., Ryzhova, I.M. 1997.** The use of models to integrate information and understanding of soil C at the regional scale. *Geoderma*, 79: 227-260.
160. **Pachepsky, Ya, Rawls, W.J. 2005.** Development of Pedotransfer Functions in Soil Hydrology. *Developments in soil science*, Volume 30, Elsevier.
161. **Périć, C., Ouimet, R. 2008.** Organic carbon, organic matter and bulk density relationships in boreal forest soils. *Can. J. Soil Sci.*, 88: 315–25.
162. **Percival, H.J., Parfitt, R.L., Scott, N.A. 2000.** Factors controlling soil carbon levels in New Zealand grasslands: is clay content important? *Soil Science Society of America Journal*, 64: 1623–1630.
163. **Perdigão, V., Annoni, A. 1997. and update July 2000.** *Technical and Methodological Guide for Updating CORINE Land Cover Data Base*. Luxembourg (JRC and EEA).
164. **Ponce Hernandez, R. 2004.** Assessing carbon stocks and modelling win-win scenarios of carbon sequestration through land use change. *Food and Agriculture Organisation of the United Nations*, Rome, Italy.
165. **Post, W. M., Emanuel, W. R., Zinke, P. J., Stangenberger, A. G. 1982.** Soil carbon pools and world life zones. *Nature*, 298: 156–159.
166. **Post, W.M., Kwon, K.C. 2000.** Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology*, 6: 317-327.
167. **Post, W.M., King, A.W., Wullschlegler, S.D. 1996.** Soil organic matter models and global estimates of soil organic carbon. In: Poulson, D.S. (Ed.), *Evaluation of Soil Organic Matter Models*, NATO-ASI Series: I. Global Environmental Change, Vol. 38. Springer, Berlin: 201–222.
168. **Powers, J.S., Schlesinger, W.H. 2002.** Relationships among soil carbon distributions and biophysical factors at nested spatial scales in rain forests of northeastern Costa Rica. *Geoderma*, 109: 165–190.

169. **Prasad, R., Power, J.F. 1997.** Soil fertility management for sustainable agriculture. New York, USA, Lewis Publishers, p. 356.
170. **Puget, P., Chenu, C., Balesdent J. 2000.** Dynamics of soil organic matter associated with particle-size fractions of water-stable aggregates. *Eur. J. Soil Sci.*, 51: 595–605.
171. **Quideau, S.A., Chadwick, Q.A., Benesi, A., Graham, R.C., Anderson, M.A. 2001.** A direct link between forest vegetation type and soil organic matter composition. *Geoderma*, 104: 41–60.
172. **Raghubanshi, A.S. 1992.** Effect of topography on selected soil properties and nitrogen mineralization in a dry tropical forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 24: 145–150.
173. **Ramsey, M.H. 1998.** Sampling as a source of measurement uncertainty: techniques for quantification and comparison with analytical sources. *Journal of Analytical Atomic.*
174. **Reimann, C., Birke, M., Demetriades, A., Filzmoser, P., O'Connor, P. (eds) 2014.** Chemistry of Europe's Agricultural Soils. Part A: Methodology and Interpretation of the GEMAS Data Set - *Geol.Jb.*, B 102: 528 pp., 358 fgs., 86 Tables, 1 DVD; Hannover.
175. **Reimann, C., Birke, M., Demetriades, A., Filzmoser, P., O'Connor, P. (eds) 2014.** Chemistry of Europe's Agricultural Soils. Part B: General Background Information and Further Analysis of GEMAS Data Set - *Geol.Jb.*, B 103: 352 pp., 121 fgs., 58 Tables, 3 App; Hannover.
176. **Reimann, C., Filzmoser, P., Fabian, K., Hron, K., Birke, M., Demetriades, A., Dinelli, E., Ladenberger, A., GEMAS Project Team. 2012.** The concept of compositional data analysis in practice-Total major element concentrations in agricultural and grazing land soils of Europe. *Sci of the Total Environ.* 2012 Jun 1;426: 196-210.
177. **Reimann, C., Siewers, U., Tarvainen, T., Bityukova, L., Eriksson, J., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Lukashev, V.K., Matinian, N.N., Pasioczna, A. 2003.** Agricultural Soils in Northern Europe: A Geochemical Atlas. *Geologisches Jahrbuch, Sonderhefte, Reihe D, Geol. Jahrb.*, Heft 5, ISBN 978-3-510-95906-8.
178. **Ресуловић, Х., Ћустовић, Х., Ченгић, И. 2008.** Систематика тла/земљишта настанак, својства и плодност. Универзитет у Сарајеву, Сарајево.
179. **Rice, C.W. 2002.** Organic matter and nutrient dynamics. In: *Encyclopedia of soil science.* New York, USA, Marcel Dekker Inc. pp. 925–928.
180. **Ringrose, S., Matheson, W., Vanderpost, C. 1998.** Analysis of soil organic carbon and vegetation cover trends along the Botswana Kalahari Transect. *Journal of Arid Environments*, 38: 379–396.
181. **Romkens, P.F.A.M., Van der Plicht, J., Hassink, J. 1999.** Soil organic matter dynamics after the conversion of arable land to pasture. *Biology and fertility of soils*, 28: 277-284.
182. **Ruesch, A., Gibbs, H.K. 2008.** New IPCC Tier-1 Global Biomass Carbon Map for the year 2000 (available from http://www.cdiac.ornl.gov/epubs/ndp/global_carbon/carbon_documentation.html).
183. **Rusco, E., Jones, R., Bidoglio, G. 2001.** Organic matter in the soils of Europe: Present status and future trends. Report. European soil Bureau, Soil and Waste Unit, Institute for Environment and Sustainability Joint Research Centre, Ispra.
184. **Rusco, E. (In prep.).** Carbon sequestration in Italy. European Soil Bureau Research Report No.00, European Commission Joint Research Centre, Ispra: 85.
185. **Saby, N. P. A., Bellamy, P. H., Morvan, X., Arrouays, D., Jones, R. J. A., Verheijen, F. G. A., Kibblewhite, M. G., Verdoodt, A., Uveges, J. B., Freudenschuss, A., Simota, C. 2008.** Will European soil-monitoring networks be able to detect changes in topsoil organic carbon content? *Glob. Change Biol.*, 14, 2432–2442.
186. **Sauerbeck, D.R. 2001.** CO₂ emissions and C sequestration by agriculture- perspectives and limitations. *Nutrient cycling in Agroecosystems*, 60: 253-266.
187. **Saxton, K.E., Rawls, W.J. 2006.** Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solution. *Soil sci. Soc.Am. J.*70: 1569-1578.

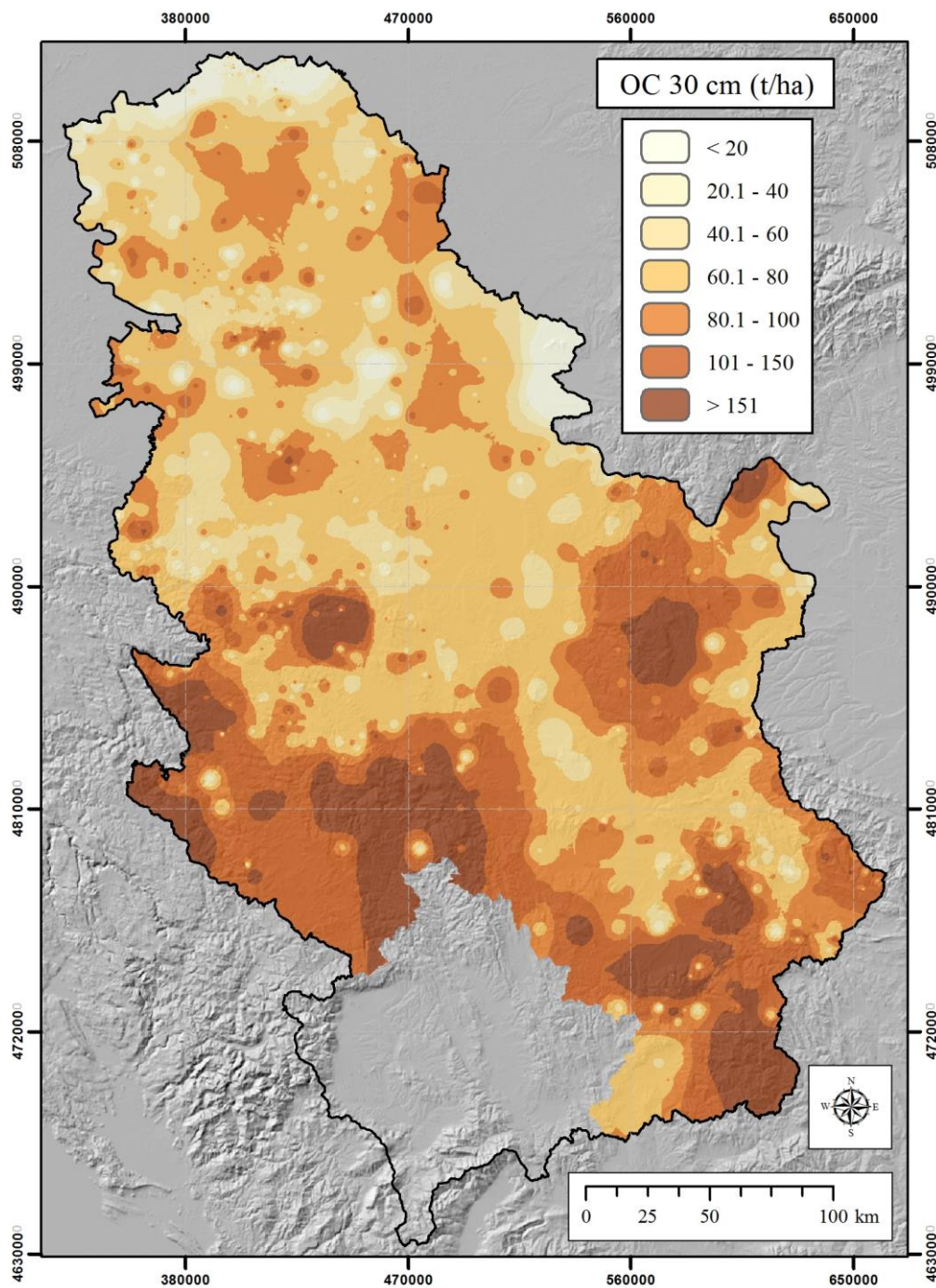
188. **Saxton, K.E., Rawls, W.J., Romberger, J.S., Papendick, R.I. 1986.** Estimating generalized soil water characteristics from texture. *Trans. ASAE* 50: 1031–1035.
189. **Saxton, K. E., Willey, P. H., Rawls, W. J. 2006.** Field and pond hydrologic analyses with the SPAW model. ASABE Paper No. 062108 St. Joseph, Mich.: ASABE.
190. **Schaap, G.M., Leij, J.F., van Genuchten, Th. M. 2001.** ROSETTA: a computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. *Journal of Hydrology* 251: 163–176.
191. **Scharlemann, J.P.W., Hiederer, R., Kapos, V., Ravilious, C. 2011.** UNEP WCMC Updated Global Carbon Map. United Nations Environment Programme - World Conservation Monitoring Centre.
192. **Scheffé, H. 1959.** The analysis of variance. New York, Wiley.
193. **Schimel, D.S. 1995.** Terrestrial ecosystems and the carbon cycle. *Global Change Biology*, 1: 77–91.
194. **Schimel, D. S., Braswell, B. H., Holland, E. A., McKeown, R., Ojima, D. S., Painter, T. H., Parton, W. J., Townsend, A. R. 1994.** Climatic, edaphic, and biotic controls over storage and turnover of carbon in soils. *Global Biogeochem. Cycles*, 8: 279–293.
195. **Schlesinger, W.H. 1997.** Biogeochemistry: An Analysis of Global Change. Academic Press, San Diego.
196. **Schlesinger, W.H., Lichter, J. 2001.** Limited carbon storage in soil and litter of experimental forest plots under increased atmospheric CO₂. *Nature*, 411: 466–469.
197. **Schumacher, A. B. 2002.** Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soil and sediments. U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Sciences Division National, Las Vegas. <http://epa.gov/esd/cmb/research/papers/bs116.pdf>.
198. **Seremesic, S., Milosev, D., Djalovic, I., Zeremski, T., Ninkov, J. 2011.** Management of soil organic carbon in maintaining soil productivity and yield stability of winter wheat. *Plant Soil Environ*, 57(5): 216–221.
199. **Sims, Z.R., Nielsen, G.A. 1986.** Organic carbon in Montana soils as related to clay content and climate. *Soil Science Society of America Journal*, 50: 1269–1271. Six, J., Paustian, K., Elliott, E.T., Combrink, C. 2000. Soil structure and organic matter: I. Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64: 681–689.
200. **Six, J., Elliott, E.T., Paustian, K., Doran, J.W. 1998.** Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 62: 1367–1377.
201. **Six, J., Paustian, K., Elliott, E.T., Combrink, C. 2000.** Soil structure and organic matter: I. Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64: 681–689.
202. **Sleutel, S., De Neve, S., Hofman, G., Boeckx, P., Beheydt, D., Van Cleemput, O., Mestdagh, I., Lootens, P., Carlier, L., Van Camp, N., Verbeeck, H., Van De Walle, I., Samson, R., Lust, N., Lemeur, R. 2003.** Carbon stock changes and carbon sequestration potential of Flemish cropland soils. *Global Change Biology*, 9: 1193–1203.
203. **Sleutel, S., De Neve, S., Hofman, G. 2003.** Estimates of carbon stock changes in Belgian cropland. *Soil Use and Management*, 19: 166–171.
204. **Smith, P., Smith, J.U., Powlson, D.S. 1996.** Soil organic matter network (SOMNET): 1996 model and experimental metadata. GCTE Report 7. GCTE Focus 3. Wallingford, Oxon: 259.
205. **Smith P., Powlson, D., Glendining, M., Smith, J. 1998.** Preliminary estimates of the potential for carbon mitigation in European soils through no-till farming. *Global Change Biology*, 4: 679–685.
206. **Smith, P., Smith, J.U., Powlson, D.S. 2001.** Soil Organic Matter Network (SOMNET): 2001. Model and Experimental Metadata. GCTE Report 7, Second Edition, GCTE Focus 3, Wallingford, Oxon, p. 223.

207. **Smith, P., Andren O., Karlsson, T., Perala, P., Regina, K., Rounsevell, M., Wesemael, B. 2005.** Carbon sequestration potential in European croplands has been overestimated. *Global Change Biology*, 11: 2153-2163.
208. **Smith, P., Smith, J., Wattenbach, M., Meyer, J., Lindner, M., Zaehle, S., Hiederer, R., Jones, R.J.A., Montanarella, L., Rounsevell, M., Reginster, I., Kankaanpää, S. 2006.** Projected changes in mineral soil carbon of European forests 1990–2100. *Canadian Journal of Soil Science*, 86: 159-169.
209. **Soil Atlas of Europe, European Soil Bureau Network, European Commission, 2005.** 128 pp, Office for Official Publications of the European Communities, L-2995, Luxembourg
210. **Sollins, P., Homann, P., Caldwell, B.A. 1996.** Stabilization and destabilization of soil organic matter: mechanisms and controls. *Geoderma*, 74: 65– 105.
211. **Sombroek, W.G., Nachtergaele, F.O., Hebel, A. 1993.** Amounts, dynamics and sequestering of carbon in tropical and sub-tropical soils. *Ambio*, 22 (7): 417-426.
212. **Spain, A.V. 1990.** Influence of environmental conditions and some soil chemical properties on the carbon and nitrogen contents of soil tropical Australian rainforest soils. *Australian Journal of Soil Research*, 28: 825– 839.
213. **Сретенковић, Љ., Шобић, Д. 1974.** Релјеф - Представљање релјефа земљишта на картама. Војна енциклопедија, 8, Београд.
214. **Статистички годишњак Србије за 2010. годину, 2011.** Републички завод за статистику, Београд.
215. **Stevens, A., Van Wesemael, B., Vandenschrick, G., Touré, S., Tychon, B. 2006.** Detection of carbon stock change in agricultural soils using spectroscopic techniques. *Soil Science Society of America Journal*, 70(3): 844-850.
216. **Stöckle, C. O., Donatelli, M., Nelson, R. 2003.** CropSyst, a cropping systems simulation model. *European Journal of Agronomy*, Volume 18, Issues 3-4: 289-307.
217. **Шкорић, А. 1986.** Постанак, развој и систематика тла. Универзитет у Загребу, Загреб.
218. **Шкорић, А., Филиповски, Г., Ћирић, М. 1985.** Класификација земљишта Југославије. Сарајево, Академија наука и умјетности Босне и Херцеговине.
219. **Tan, Z.X., Lal, R., Smeck, N.E., Calhoun, F.G. 2004.** Relationships between surface soil organic carbon pool and site variables. *Geoderma*, 121: 185–187.
220. **Танасијевић, Ђ., Антоновић, Г., Алексић, Ж., Павићевић, Н., Филиповић, Ђ., Спасојевић, М., Ковачевић, Р., Јеремић, М., Војиновић, Ж., Поповић, Ж. 1965.** Земљишта басена Велике Мораве. Институт за проучавање земљишта у Топчидеру, Београд.
221. **Танасијевић, Ђ., Антоновић, Г., Алексић, Ж., Павићевић, Н., Филиповић, Ђ., Спасојевић, М., 1966.** Педолошки покривач западне и северозападне Србије. Институт за проучавање земљишта у Топчидеру, Београд.
222. **Tate, K.R. 1992.** Assessment, based on a climosequence of soil in tussock grasslands, of soil carbon storage and release in response to global warming. *J. Soil Science*, 43 : 697-707.
223. **Thun, R., Herrmann, R., Knickmann, F. 1955.** Die Untersuchung von Boden. 3. Aufl., Neuman Verlag, Radebeul und Berlin: 271. (The International system soil mechanical elements proposed by Atterberg).
224. **Tisdall, J.M., Oades, J.M. 1982.** Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 33: 141-163.
225. **Tomich, T.P., Brodt, S., Ferris, H., Galt, R., Horwath, W.R., Kebreab, E., Leveau, J.H.J., Liptzin, D., Lubell, M., Merel, P., Michelmore, R., Rosenstock, T., Scow, K., Six, J., Williams, N., Yang, L. 2011.** Agroecology: A Review from a Global-Change Perspective. In: Gadgil, A. Liverman, D.M. (eds.), *Annual Review of Environment and Resources*, Annual Reviews, Palo Alto, California, USA, Vol. 36, pp. 193-222.
226. **Townsend, A.R., Vitousek, P.M., Trumbore, S.E. 1995.** Soil organic matter dynamics along gradients in temperature and land use on the island of Hawaii. *Ecology*, 76: 721– 733.

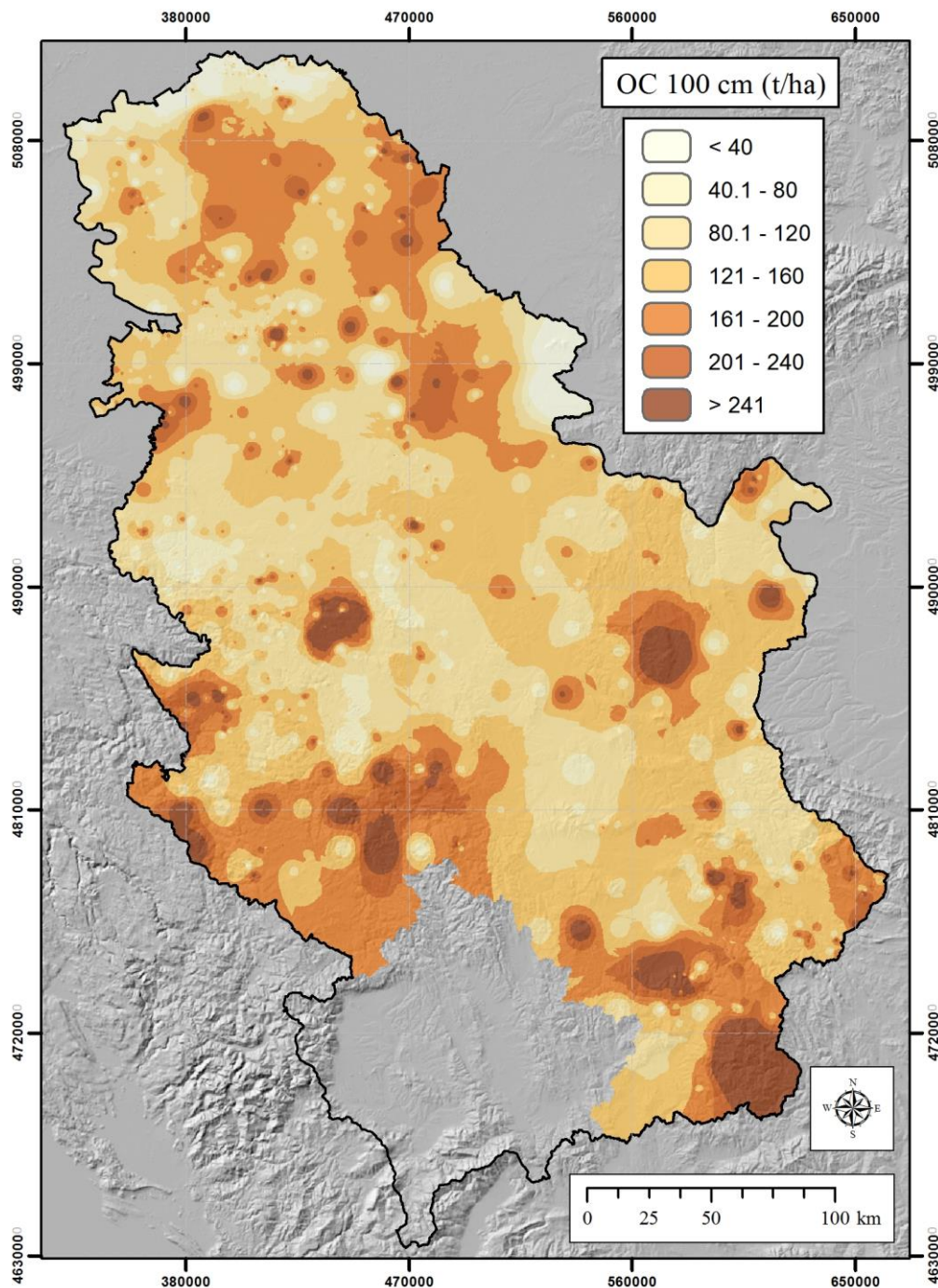
227. **Travnikova, L.S., Titova N.A., Kogw, B.M., Schulz, E., Korschens, M. 2002.** Evaluation of the different soil organic matter (SOM) pools stability in long-term field experiments of Germany by physical fractionation. *Arch. Acker Boden.*, 48: 565-576.
228. **Trumbore, S.E., Vitousek, P.M., Amundson, R.R. 1996.** Rapid exchange between soil carbon and atmospheric carbon dioxide driven by temperature change. *Science*, 272: 393– 396.
229. **Turner, J., Lambert, M. 2000.** Change in organic carbon in forest plantation soils in eastern Australia. *Forest Ecology and management*, 133: 231–247.
230. **UNEP, 1991.** Status of Desertification and Implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification. UNEP, Nairobi.
231. **United Nation, 1992.** United Nations framework convention on climate change. https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conv_eng.pdf
232. **United Nation, 1998.** Kyoto Protocol to the United Nations framework convention on climate change. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>
233. **USDA, NRCS, NSSC. 1996.** Chemical analyses of organic carbon (6A). Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigation Report No. 42, Version 3.0, US Government Printing Office.
234. **Filcheva, E., Rouseva, S.V., Kulikov, A., Nedyalkov, S., Chernogorova, T.Z. 2002.** Organic Carbon Stocks in Soils of Bulgaria. In: Lal R, Kimble JM, Follett RF (eds) *Agriculture Practices and Policies for Carbon Sequestration in Soil*, CRC Press: 471-476.
235. **Van Genuchten, M.Th., Leij, F.J. 1992.** On estimating the hydraulic properties of unsaturated soils. In M.Th. Van Genuchten at al. (ed.). *Indirect methods for estimating the hydraulic properties of unsaturated soils*. Univ. Of California, Riverside, CA: 1-14.
236. **Van Keulen, H. 2001.** (Tropical) soil organic matter modelling: problems and prospects. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61 (1-2): 33-39.
237. **Van Meirvenne, M., Pannier, J., Hofman, G., Louwagie, G. 1996.** Regional characterisation of the long-term change in soil organic carbon under intensive agriculture. *Soil Use and Management*, 12: 86-94.
238. **Van-Camp, L., Bujarrabal, B., Gentile, A-R., Jones, R.J.A., Montanarella, L., Olazabal, C., Selvaradjou, S-K. 2004.** Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, EUR 21319 EN/3: 872.
239. **Van Ranst, E., Thomasson, A.J., Daroussin, J., Hollis, J.M., Jones, R.J.A., Jamagne, M., King, D., Vanmechelen, L. 1995.** Elaboration of an extended knowledge database to interpret the 1:1,000,000 EU Soil Map for environmental purposes. In: *European Land Information Systems for Agro-environmental Monitoring*. D. King, R.J.A. Jones and A.J. Thomasson (eds). European Soil Bureau Research Report No.1, EUR 16232 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg: 71-84.
240. **Vereecken, H., Maes, J., Feyen, J., Darius, P. 1989.** Estimating the soil moisture retention characteristic from texture, bulk density, and carbon content. *Soil Sci.* 148: 389-403.
241. **Vleeshouwers, L.M., Verhagen, A. 2002.** Carbon emission and sequestration by agricultural land use: a model study for Europe. *Global Change Biology*, 8: 519-530.
242. **Видојевић, Д. едт. 2009.** Извештај о стању земљишта у Републици Србији, Министарство животне средине, рударства и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине, ISBN 978-86-87159-02-0.
243. **Видојевић, Д., Баћановић, Н., Димић, Б. 2015.** Извештај о стању земљишта за 2013. годину. Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Агенција за заштиту животне средине, ISSN 2334-9913.
244. **Видојевић, Д., Димић, Б., Баћановић, Н. 2013.** Праћење стања земљишта - законски основ, циљеви и индикатори, Министарство енергетике, развоја и заштите животне средине, Агенција за заштиту животне средине. ISBN 978-86-87159-10-5.

245. **Vidojević, D., Manojlović, M. 2007.** Overview of the soil information and policies in Serbia. In: Status and prospect of soil information in south-eastern Europe: soil databases, projects and applications. Hengl T., Panagos P., Jones A. and Toth G. (eds.) Office for Official Publications of the European Communities, EUR 22646EN, Scientific and Technical Research series, ISSN 1018-5593: 87-98.
246. **Видојевић, Д., Манојловић, М. 2010.** Процена садржаја органске материје у земљиштима Србије. Зборник научних радова Института ПКБ Агроекономик, XXIV Саветовање агронома, ветеринара и технолога, Београд, Vol. 16, бр. 1-2: 231-244.
247. **Видојевић, Д., Манојловић, М., Ђорђевић, А., Димић, Б. 2014.** Процена резерве органског угљеника у пољопривредном земљишту Републике Србије. Зборник научних радова Института ПКБ Агроекономик, XXVIII Саветовање агронома, ветеринара, технолога и агроекономиста, Београд, Vol. 20, бр. 1-4: 231-244.
248. **Vidojević, D., Manojlović, M., Đorđević, A., Nešić, Lj. 2012.** Assessment of Soil Organic Carbon Stocks in Serbia Soil science for the benefit of mankind and environment. 4th International Congress of the European confederation of soil science societies (ECSSS). 2-6 July 2012, Bari – Italy: 1808.
249. **Wang, S.Q., Zhou, C.H., Li, K.R. 2000.** Analysis on spatial distribution characteristics of soil organic carbon reservoir in China. Acta Geographica Sinica, 55: 533–544 (in Chinese).
250. **World Bank, 1993.** Conserving Soil Moisture and Fertility in the Warm Seasonally Dry Tropics. (Jitendra P. Srivastava, Prabhakar Mahedeo Tamboli, John C. English, Rattan Lal, and Bobby Alton Stewart Eds). Technical Paper, 221. Washington DC.
251. **Wu, H.B., Guo, Z.T., Peng, C.H. 2003.** Land use induced changes of organic carbon storage in soils of China. Global Change Biology, 9: 305–315.
252. **Wuddivira, M.N., Camps-Roach, G. 2007.** Effects of organic matter and calcium on soil structural stability. Eur. J. Soil Sci., 58: 722–727.
253. **Xu, X., Liu, W., Zhang, C., Kiely, G. 2011.** Estimation of soil organic carbon stock and its spatial distribution in the Republic of Ireland. Soil Use and Management, 27: 156–162.
254. **Yang, X.M., Wander, M.M. 1999.** Tillage effects on soil organic carbon distribution and storage in a silt loam soil in Illinois. Soil and Tillage Research, 52: 1–9.
255. **Zacharias, S. 2007.** Excluding Organic Matter Content from Pedotransfer Predictors of Soil Water Retention. Soil Sci. Soc. Am., 71, 43-50.
256. **Zdruli, P., Almaraz, R., Eswaran, H. 1998.** Developing land resource information for sustainable land use in Albania. Catena Verlag, 35447 Reiskirchen, Advances in GeoEcology, 31: 153-159.
257. **Zdruli, P., Jones, R.J.A., Montanarella, L. 2004.** Organic Matter in the Soils of Southern Europe. European Soil Bureau Research Report No. 15. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. EUR 21083 EN: 17.
258. **Живковић, М. 1966.** Особине хумусно-силикатних земљишта Србије образованих на различитим геолошким супстратима. Архив за пољопривредне науке, Св. 76.
259. **Живковић, Н. 2009.** Просечни годишњи и сезонски отицаји река у Србији, Монографија, Универзитет у Београду, Географски факултет. ISBN 978-86-82657-80-4.
260. **Живковић, Б., Neugebauer, V., Танасијевић, Ђ., Миљковић, Н., Стојковић, Л., Дрезгић, П. 1972.** Земљишта Војводине. Институт за пољопривредна истраживања, Нови Сад.

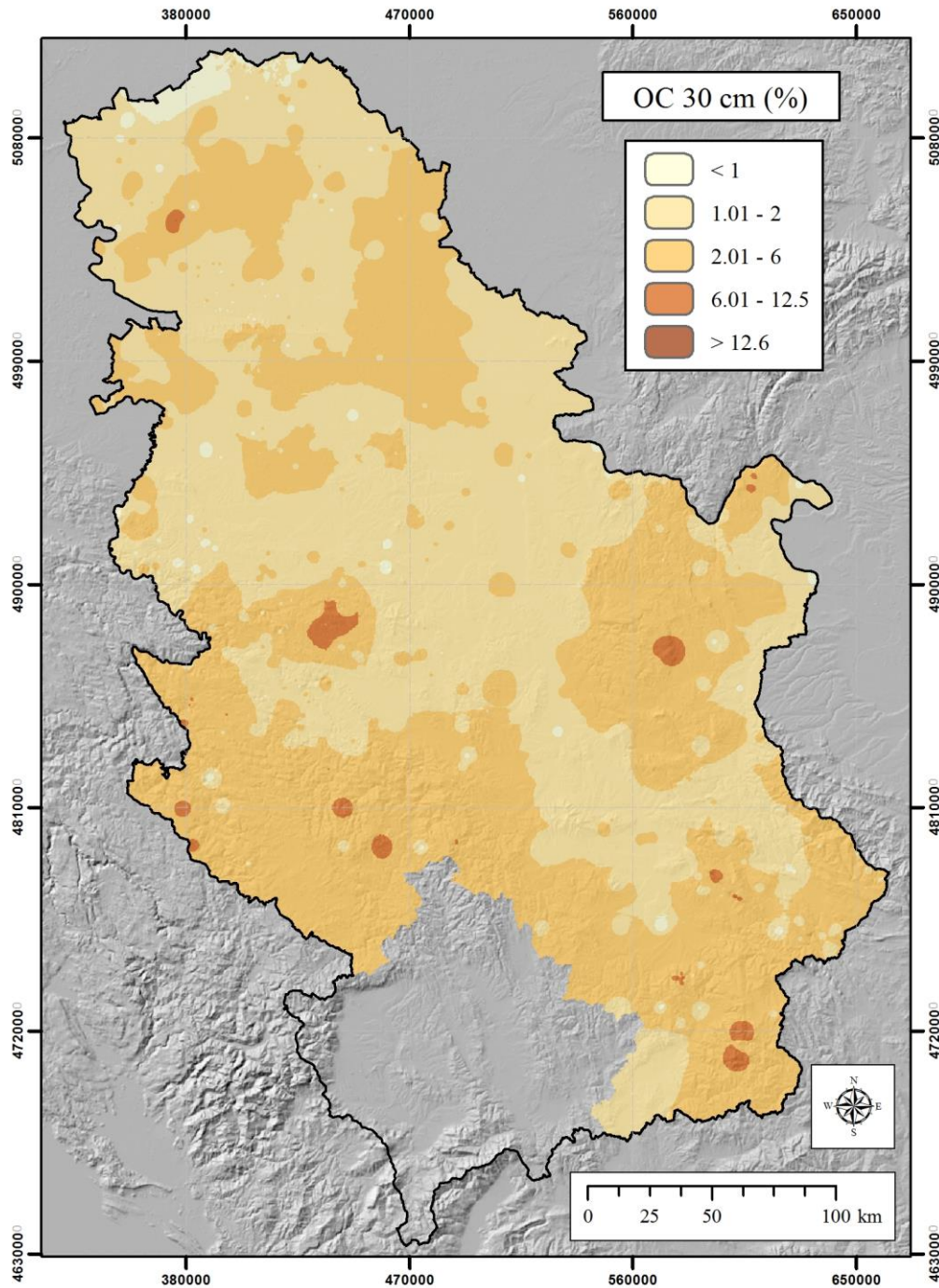
Прилог 1.



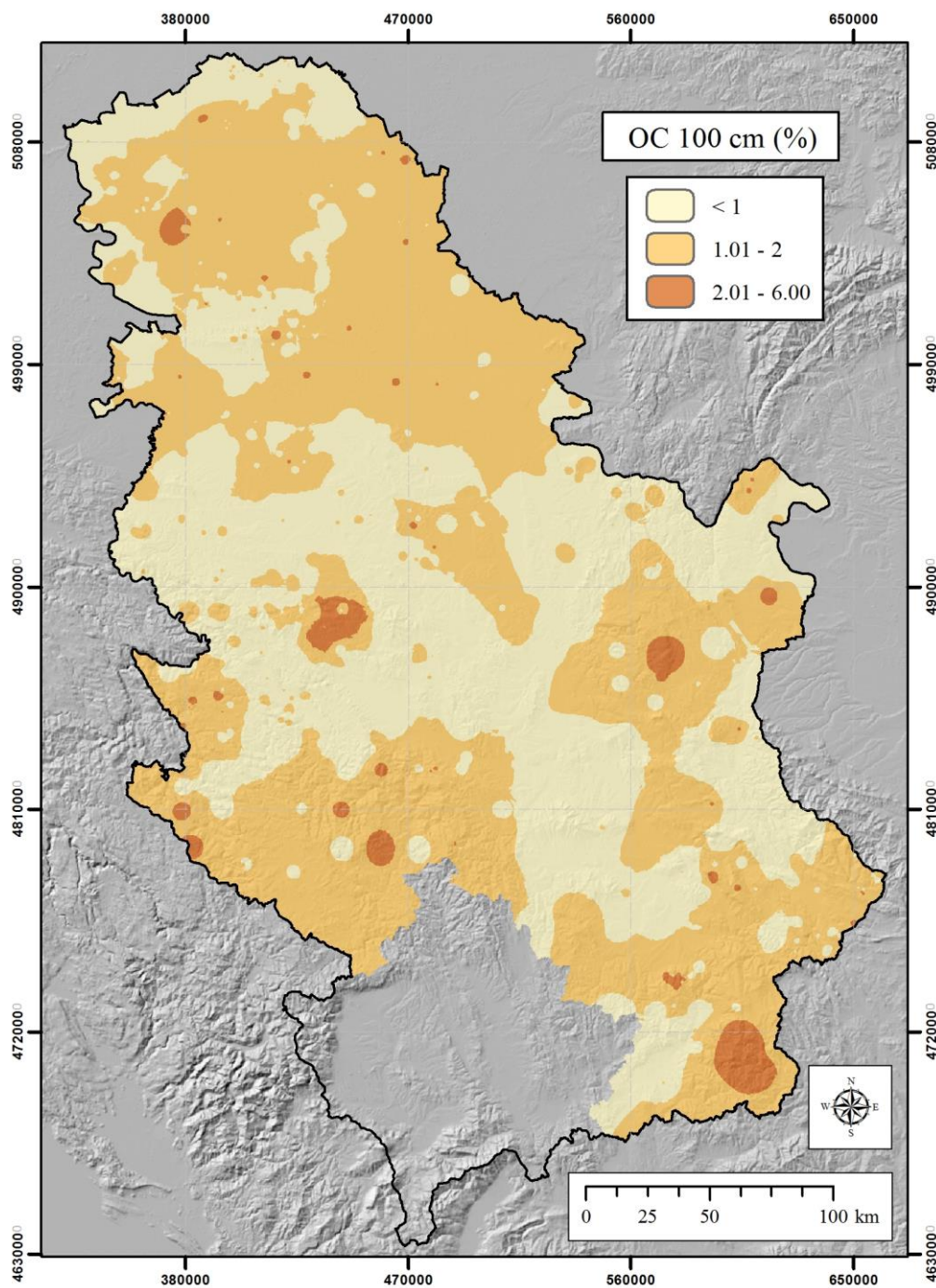
Слика 1. Дистрибуција садржаја органског угљеника у земљишту до 30 cm дубине (t/ha)



Слика 2. Дистрибуција садржаја органског угљеника у земљишту до 100 см дубине (t/ha)



Слика 3. Дистрибуција садржаја органског угљеника у земљишту до 30 ст дубине (%)



Слика 4. Дистрибуција садржаја органског угљеника у земљишту до 100 ст дубине (%)

Табела 1. Дистрибуција садржаја органског угљеника у земљишту до 30 cm дубине (t/ha)

Класе садржаја ОС (t/ha)	Хектари (ha)	Површина територије (%)
< 20	164.375,96	2,12
21 - 40	181.455,89	2,34
41 - 60	882.090,95	11,39
61 - 80	2.816.554,19	36,35
81 - 100	1.446.083,97	18,67
101 - 150	1.397.947,48	18,04
> 151	858.891,55	11,09
Укупно	7.747.400,00	100,00

Табела 2. Дистрибуција садржаја органског угљеника у земљишту до 100 cm дубине (t/ha)

Класе садржаја ОС (t/ha)	Хектари (ha)	Површина територије (%)
< 40	144.082,80	1,86
40,1 - 80	341.177,86	4,40
80,1 - 120	2.093.973,20	27,03
120,1 - 160	2.838.862,76	36,64
160,1 - 200	1.518.789,48	19,60
200,1 - 240	480.697,24	6,21
> 241	329.816,66	4,26
Укупно	7.747.400,00	100,00

Табела 3. Дистрибуција садржаја органског угљеника у земљишту до 30 cm дубине (%)

Класе садржаја ОС (%)	Хектари (ha)	Површина територије (%)
< 1	97.198,90	1,26
1,01 - 2	3.744.457,56	48,33
2,01 - 6	3.827.567,25	49,40
6,01 – 12,5	78.141,73	1,01
> 12,6	34,56	0,00
Укупно	7.747.400,00	100,00

Табела 4. Дистрибуција садржаја органског угљеника у земљишту до 100 cm дубине (%)

Класе садржаја ОС (%)	Хектари (ha)	Површина територије (%)
< 1	3.412.431,95	44,05
1.01 - 2	4.162.856,78	53,73
2.01 - 6	172.111,27	2,22
Укупно	7.747.400,00	100,00

Прилог 2.

Табела 1. Промене земљишног покривача у Републици Србији (без података за територију Аутономне покрајине Косово и Метохија) 1990 - 2000. год.

Површина (ha)	CODE 90																												Укупна површина	
	111	112	121	122	123	124	131	132	133	141	142	211	221	222	231	242	243	311	312	313	321	324	331	332	333	334	411	511		512
111																														
112																														
121																														
122																														
123																														
124																														
131												54			114	114	173	105					530						17	1507
132																							90							90
133		149	22								259				118															548
141		27																												27
142																														
211		1895	245				153	94		81		433	573	4611	3232	886	54					2207						688	15151	
221											510			71	260							35								876
222											1023	17		242	581	130						105								2999
231		38	22							11	591				255	103						1174	14				33	21	1019	3279
242		1088	73	6			354	49			496			3498		93						427						358	6431	
243		449	53				640	35	11		787			218	783		781		17								11	611	4378	
311		5	10				244	24								607				62		15207				106			16125	
312																				14		625								640
313																						837								837
321							12															2297						257	2565	
324		37					189	5	32		425			1202	214	425	15883	4864	3251			31				40	247	680	27514	
331																5					20	71						31	37	184
332																														
333																														
334																							19							19
411									21					16								64						3		183
511																														13
512							21	37			221			368	17	15						279	363							1120
Укупна површина		3666	426	6			1623	77	230		91	4365	450	573	10337	5574	2438	16783	4864	3344	20	24367	421			240	312	3676	83894	

Табела 2. Промене земљишног покривача у Републици Србији (без података за територију Аутономне покрајине Косово и Метохија) 2000 - 2006. год.

Покривача (ha)	CODE 06																										Укупна површина					
	CODE 90	111	112	121	122	123	124	131	132	133	141	142	211	221	222	231	242	243	311	312	313	321	324	331	332	333		334	411	511	512	
111																																
112																26																26
121																																
122																																
123																																
124																																
131									30							28								589						20	667	
132																																
133			170		10											23								16						6	225	
141			16							74																					89	
142													15																		15	
211			442	258	22		124	39	69		5		4	183	370	15			11				81				21	6	235	1866		
221													383		17	66	70						11								547	
222													864			88	116														1067	
231			39	27			79		12		9	3536		72		268	133						59				97		325	4597		
242			1058	22			701		24			302	20	14	109								225					37	371	2883		
243			70				218	5	16			46	10			11							42					24	82	537		
311			7	20			129	81	17											8			10939					23	49	11274		
312																								460							460	
313			4																					132							136	
321							2					1625				18							322				86		42	2106		
324			2	28			713	29	35			317				36	7056	772	249	53					20		121	184	9685			
331																							101					23		125		
332																															0	
333																								19							19	
334																				6				623							629	
411				33					3											27									88	151		
511																															0	
512																78															78	
Укупна површина			1807	368	32		1967	187	247		14	7889	34	286	788	420	187	7180	792	249	33	13631	20			284	245	1402	37102			